

DIE ARTHROLYSE UND DIE ARTHROPLASTIK  
DES ELLENBOGENGELENKES

Jürgen WERNER

1981





Digitized by the Internet Archive  
in 2026

[https://archive.org/details/IA41548325\\_0037](https://archive.org/details/IA41548325_0037)



Aus der Staatl. Orthopädischen Klinik  
der Universität München

Direktor: Prof. Dr. med. A.N. WITT

DIE ARTHROLYSE UND DIE ARTHROPLASTIK  
DES ELLENBOGENGELLENKES

Inaugural-Dissertation  
zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin  
an der Ludwig Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Jürgen Werner

aus

Vilsbiburg

München 1981

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät  
der Universität München

Berichterstatter: Priv.-Doz. Dr. med. C.J. Wirth

Mitberichterstatter: Prof. Dr. med. A.N. Witt

Dekan: Prof. Dr. med. W. Spann

Tag der mündlichen Prüfung: 25. 6. 1981



MEINEN ELTERN GEWIDMET



# GLIEDERUNG

|                                                                             | Seite |
|-----------------------------------------------------------------------------|-------|
| 1. GESCHICHTE UND ENTWICKLUNG                                               | 7     |
| 2. DEFINITIONEN                                                             | 34    |
| 2.1. Definition und Abgrenzung der Begriffe<br>Arthrolyse und Arthroplastik | 34    |
| 2.2. Der Begriff der Gelenksteife                                           | 37    |
| 3. ANATOMISCHE VORBEMERKUNGEN                                               | 40    |
| 3.1. Deskriptive und funktionelle Anatomie                                  | 40    |
| 3.2. Gefäß- und Nervenverlauf                                               | 43    |
| 4. PATHOLOGISCHE ANATOMIE UND URSACHEN VON<br>ELLENBOGENGELENKSSTEIFEN      | 45    |
| 4.1. Intraartikuläre Veränderungen                                          | 45    |
| 4.2. Periartikuläre Veränderungen                                           | 48    |
| 4.3. Iatrogenität der Gelenksteifen                                         | 50    |
| 5. UNTERSUCHUNG DER GELENKSTEIFEN                                           | 52    |
| 5.1. Klinische Untersuchung                                                 | 52    |
| 5.2. Röntgenologische Untersuchung                                          | 57    |
| 6. KONSERVATIVE THERAPIE                                                    | 60    |
| 7. OPERATIVE THERAPIE DURCH ARTHROLYSE UND<br>ARTHROPLASTIK                 | 64    |
| 7.1. Voraussetzungen, Indikationen,<br>Kontraindikationen                   | 64    |
| 7.2. Operative Prinzipien                                                   | 70    |
| 7.2.1. Arthrolyse                                                           | 71    |
| 7.2.2. Arthroplastik                                                        | 83    |

|                                                                                  |     |
|----------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 7.3. Nachbehandlung                                                              | 90  |
| 8. PROBLEMSTELLUNG                                                               | 97  |
| 9. EIGENE UNTERSUCHUNG                                                           | 99  |
| 9.1. Präoperative Phase                                                          | 99  |
| 9.1.1. Patientengut                                                              | 99  |
| 9.1.2. Ätiologie                                                                 | 100 |
| 9.1.3. Vorbehandlung                                                             | 103 |
| 9.1.4. Dauer der Versteifungen                                                   | 105 |
| 9.1.5. Präoperative Befunde                                                      | 106 |
| 9.1.6. Anzeigestellung                                                           | 110 |
| 9.2. Operation                                                                   | 113 |
| 9.2.1. Arthrolyse                                                                | 113 |
| 9.2.1.1. Postop. Komplikationen                                                  | 117 |
| 9.2.2. Arthroplastik                                                             | 118 |
| 9.2.2.1. Postop. Komplikationen                                                  | 120 |
| 9.3. Nachbehandlung                                                              | 121 |
| 9.4. Nachuntersuchung                                                            | 124 |
| 9.4.1. Kriterien der Nachuntersuchung                                            | 125 |
| 9.4.2. Nachuntersuchungsergebnisse der Arthrolysen bei angeborenen Gelenksteifen | 130 |
| 9.4.3. Nachuntersuchungsergebnisse der Arthrolysen bei erworbenen Gelenksteifen  | 134 |
| 9.4.3.1. Faktoren, die das Ergebnis einer Arthrolyse beeinflussen können         | 144 |
| 9.4.4. Nachuntersuchungsergebnisse der Arthroplastiken                           | 151 |
| 9.4.4.1. Faktoren, die das Ergebnis einer Arthroplastik beeinflussen können      | 160 |
| 10. DISKUSSION                                                                   | 164 |
| 11. ZUSAMMENFASSUNG                                                              | 196 |
| 12. LITERATURVERZEICHNIS                                                         | 198 |

## 1. GESCHICHTE UND ENTWICKLUNG

Die historische Entwicklung der operativen Mobilisierung versteifter Gelenke bis in unsere Zeit mutet als Ergebnis zahlloser Versuche von Chirurgen und Orthopäden an, einem total oder weitgehend eingesteiften, vor allem einem knöchern ankylosierten Gelenk seine ursprüngliche, physiologische Beweglichkeit und trotzdem Stabilität wiederzugeben. Denn zwischen den Extrempolen der Wiederversteifung und des hochgradig instabilen und damit ebenso funktionslosen Schlottergelenkes bewegen sich alle klassischen operativen Verfahren der Remobilisierung. Da eine strikte Trennung zwischen Arthrolyse und Arthroplastik, so wie wir sie heute verstehen, erst 1944 von HACKENBROCH (53) eingeführt wurde, muß zu Anfang der umfassende Begriff der "operativen Mobilisierung" stehen.

Aus der Vielfalt der im Laufe der Jahre von den an dieser Problemstellung Interessierten aufgestellten therapeutischen Pläne ergibt sich erstens die Schwierigkeit der gestellten Aufgabe und zweitens der Hinweis, daß eine allseits akzeptierte Ideallösung nicht gefunden wurde. Die Vorgänge der Regeneration eines Gelenkes nach arthroplastischer Resektion sind bis heute bei weitem noch nicht exakt steuerbar geworden. Es sei gleich hier erwähnt, daß auch die moderne Endoprothetik des Ellenbogengelenkes keine ideale, physiologische und vor allem dauerhafte Arthroplastik - falls dieser Ausdruck hier überhaupt noch dem Wortsinn entsprechend gebraucht werden darf - darstellt. Die guten Primärergebnisse dürfen nicht darüber hinwegtäuschen, daß trotz großer Fortschritte auf diesem Gebiet

zahlreiche Probleme wie Verankerung, Abriebfolgen, Ungewißheit bezüglich des Langzeitergebnisses, erhöhtes Infektionsrisiko und desolante Schlottergelenke nach Prothesenentfernung nach wie vor als ungelöst angesehen werden müssen (14; 16; 50; 59; 152). Als bedingte Lösung für letzteres Problem wurden Endoprothesenmodelle konstruiert, die mit einer Minimalresektion von Knochen auskommen, um bei Scheitern doch noch einen Rückzug auf altbewährte Methoden antreten zu können (38; 51; 152). Diese Tatsache spricht um so mehr für die Bedeutung der klassischen arthroplastischen Verfahren.

Der Beginn der operativen Gelenkmobilisierung kann erst dann angesetzt werden, als die gelenkresezierenden<sup>1</sup> Operationen unter der primären Zielsetzung der Wiederbeweglichmachung unternommen wurden. Die "kurative Resektion" von Gelenken, wie HELFERICH (69) es ausdrückte, wurde schon wesentlich früher ausgeführt, d.h. es handelte sich um solche Fälle, bei denen wegen vorliegenden Gelenkerkrankungen mit Eiterung und Fistelbildung (Osteomyelitis, vor allem aber Tuberkulose) oder nach Schußverletzungen (großzügig) reseziert wurde, um den Krankheitsherd zu entfernen und eine Amputation zu vermeiden. Eine Nearthrose war nur ein erwünschtes Nebenziel, während man vielmehr eine Ankylose in günstiger Stellung erwartete. In diesem Sinne soll die erste Ellenbogengelenksresektion von MOREAU (125) in Frankreich im Jahre 1794 durchgeführt worden sein, und ESTÈVE u. Mitarb. (39) bemerken, daß MOREAU zu seiner

---

<sup>1</sup> Zur definitorischen Klärung sei gesagt, daß man unter Gelenkresektion jede Art von Exzision eines Gelenkschnittes unter Mitnahme der entsprechenden Gelenkflächen versteht (177). Während im angloamerikanischen Schrifttum der Terminus "excision" verwendet wird, bevorzugt der deutsche und französische Sprachraum den Ausdruck "Resektion".

Überraschung wider Erwarten ein bewegliches Gelenk erhielt. SYMES (166) Verdienst war es, die Resektion der Gelenke in die allgemeine chirurgische Praxis eingeführt zu haben. Bereits 1839 erschien in Edinbourg sein Werk "The Excision of Diseased Joints", in dem die allgemeinen Prinzipien der Gelenkresektionen beschrieben werden. VON LANGENBECK (104) befaßte sich in Deutschland intensiv mit Gelenkresektionen und laut KOCHER (94) war es seine Leistung, auf die Anlage möglichst einfacher, wenig verstümmelnder Schnitte durch sämtliche Weichteile und auf die Erhaltung letzterer in normalem Zusammenhang mit dem Periost hingewiesen zu haben.

Wo sich als Zufallsergebnisse nach Ellenbogengelenkresektionen neugebildete Gelenke fanden, wurde dies in der Literatur gebührend vermerkt und auch durch Sektion untersucht. So berichteten WOLFF (188) 1877 und CZERNY (28) 1872, die selbst solche sporadischen Beobachtungen machten, über mehrere veröffentlichte Einzelfälle nach Ellenbogengelenkresektionen: TEXTOR (168) 1843, SYME (167) 1855, HEINEMANN (66) 1865, DOUTRELEPONT (36) 1868, WEICHSELBAUM (180) 1874 und JAGETHO (82) 1874. Alle Autoren sahen sowohl gut ausgebildete Gelenkkörper und konnten auch einen Knorpelüberzug der Gelenkflächen, ja vereinzelt sogar Hyalinknorpel nachweisen. Damit war zumindest die Möglichkeit der Gelenkregeneration bewiesen, wenn auch nicht therapeutisch beabsichtigt.

Der erste gezielte Versuch einer Operation zur Remobilisierung eines knöchern versteiften Gelenkes fällt in das Jahr 1826. Ausgehend von dem Gedanken einer gelenknahen Pseudarthrose, wie sie als natürliches Ereignis nach unvereinigten Frakturen manchmal gesehen wird, führte JOHN REA BARTON (7) an einem in Adduktions-Flexionsstellung knöchern versteiften Hüftgelenk eine subtrochantere Osteotomie durch (mit einer Stichsäge ohne Anästhesie), nicht

nur um die Fehlstellung zu beseitigen, sondern um ein neues Gelenk zu bilden und ließ den Patienten danach fleißig Bewegungen machen. Wie er einige Jahre später berichtete, funktionierte dieses Gelenk sechs Jahre lang gut, dann trat eine Wiederversteifung ein. Wenn BARTON auch kein Ellenbogengelenk mobilisierte, gab er dennoch in seiner Originalarbeit eine Technik bei Ankylosen dieses Gelenkes an, wobei er beim Durchsägen der Ankylose bereits Rücksicht auf die bestehende Gelenkform nahm (Abb. 1). SAYRE (150) führte im Jahre 1862 ebenfalls Osteotomien oberhalb des Trochanter minor zur Wiedergewinnung der Beweglichkeit im Hüftgelenk durch und erzielte laut PAYR (137) ein "sehr schön entwickeltes Neugelenk".

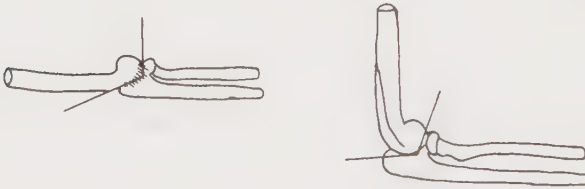


Abb. 1: BARTONS (7) Vorschlag zur Durchtrennung der knöchernen Ankylose des Ellenbogengelenkes (gezeichnet für Beuge- und Strecksteife).

Auch die Ankylose des Kiefergelenkes wurde frühzeitig angegangen. Jedoch blieben alle Eingriffe mit nur mobilisierender Zielsetzung eine Seltenheit. Was wohl die generelle Meinung der Chirurgen in der vorantiseptischen Ära ausdrückt, führte J. WOLFF (189) in einem Satz BILLROTHS

(11) aus seinem Lehrbuch "Allgemeine chirurgische Pathologie und Therapie" von 1869 an: "Wer wird sein Leben für ein steifes Ellenbogengelenk aufs Spiel setzen wollen?". Aber auch nach Einführung der Anti- und Asepsis verhielt sich das Gros der Chirurgen anfangs noch zurückhaltend gegenüber der mobilisierenden Resektion des Ellenbogengelenkes, weil allzuoft eine Reankylose oder ein Schlottergelenk eintrat.

Nur OLLIER (130; 131), der sich ausgiebig mit Regenerationsvorgängen am Knochen und mit Gelenkresektionen befaßte, hielt auch die mobilisierende Resektion des in funktionell günstiger Stellung versteiften Ellenbogengelenkes für indiziert. Bereits 1882 berichtete er über die Ergebnisse von 106 einschlägigen Fällen (130). Als einzige Kontraindikationen führte er das Alter der Patienten und einen irreparabel schlechten Zustand der Muskulatur an. In seiner berühmten Abhandlung über die Resektionen von 1889 (131) legte er seine Prinzipien dar, um einem knöchern verwachsenen Gelenk seine Beweglichkeit wiederzugeben. Drei Bedingungen hielt er für notwendig:

1. Knochenopfer von wenigstens 5 cm am Ellenbogengelenk (gerade Resektion).
2. "Résection sous-periostée intercompue" mit Exstirpation aller knöchern infiltrierter Kapsel- und Bandreste, um die Knochenbildung von seiten des Periostes zu verhindern.
3. Methodische Nachbehandlung mit Extension und Gymnastik zur Verhinderung der Wiederverwachsung.

Damit war erstmals ein gezielter therapeutischer Plan ausgearbeitet.

1887 führte DEFONTAINE (34) bei einer Streckankylose des Ellenbogengelenkes anstatt der linearen eine bogenförmige subperiostale Resektion durch und bezeichnete dieses Verfahren als "Osteotomia trochleiformis" und erhielt angeblich ein gutes funktionelles Ergebnis.

Seit 1901 empfahl KOCHER (94) seine "Luxationsmethode": um die Beweglichkeit leichter zu erreichen, reponierte er die bogenförmig resezierten Enden des Ellenbogengelenkes nicht sofort nach der Operation, sondern ließ dieselben für 10 - 14 Tage in Luxationsstellung, so daß sich die Sägeflächen nicht berührten und sich ungehindert ein bindegewebiger Überzug bilden konnte. Über Erfolge wurde nicht berichtet, wohl aber über generelle Mißerfolge durch LEXER (109), der auch mit diesem Verfahren experimentierte: große Schmerzhaftigkeit nach der sekundären Reposition und anschließende erneute Einsteifung.

Als überzeugter Anhänger der Mobilisierung versteifter Ellenbogengelenke - gleich in welcher Stellung - suchte JULIUS WOLFF (189; 190) nach einem einfacheren Verfahren als der totalen oder partiellen Resektion. So entwickelte er seine Technik der "Arthrolysis des Ellenbogengelenkes", die er zum ersten Mal 1887 an einem fibrös versteiften Gelenk anwandte (189) und beschrieb den Eingriff wie folgt:

"Das Verfahren besteht in der Durchschneidung, Durchmeißelung bzw. Entfernung aller die Gelenkbewegung hindernden fibrösen oder knöchernen Stränge, Brücken und Auflagerungen in offener Wunde, ohne Resektion der vollständig skelettierten Gelenkenden der drei das Gelenk konstituierenden Knochen." (190)

1901 referierte er vor der Deutschen Gesellschaft für Chirurgie über 9 bereits behandelte Patienten mit "allermeist befriedigendem Erfolge" (190). Es handelte sich viermal um fibröse und fünfmal um knöcherne Gelenksteifen. HOFFA (73) und CRAMER (27) kritisierten jedoch, daß sich WOLFFS Methode nicht für völlig knöcherne Verwachsungen eigne, sondern nur für Gelenke, bei denen die Steife mehr durch Knochenbrücken erzeugt werde und noch intakte Knorpelpartien vorhanden seien. Damit war der Begriff der Arthrolyse geschaffen, ein die Gelenkkörper in ihrer Aus-

dehnung weitgehend erhaltendes und somit stabilitätsförderndes Verfahren. Wegen der äußerst aufwendigen, schmerzhaften und oft mehrere Narkosebeugungen erfordernden Nachbehandlung oder wegen des neuen Gedankens der Weichteilinterposition zwischen zwei sparsam resezierte Gelenkenden zur Verhinderung der Wiederverwachsung, fand auch diese Methode keine große Anhängerschaft.

Denn HELFERICHS (68) Plan von 1893, trotz sparsamer Resektion durch Weichteileinlagerung ein bewegliches Gelenk an die Stelle einer Ankylose zu setzen, erwies sich als Grundstein aller weiteren Arbeiten auf dem Gebiete der Gelenkplastik und beeinflusste die Mehrzahl der im 20. Jahrhundert folgenden Arbeiten. Zwar hatte schon 1863 VERNEUIL (174) die Zwischenlagerung von Weichteilen empfohlen, in die Tat umgesetzt wurde dieser Gedanke jedoch erst 30 Jahre später von HELFERICH bei einer Kiefergelenksankylose durch Interposition eines gestielten Lappens aus dem Musculus temporalis. Als Basis für seine Operationsmethode gab HELFERICH an:

"Was wir also bei der Heilung von Frakturen oft genug als schwere Störung erfahren und auf operativem Wege beseitigen müssen, die Interposition von Muskelpartien zwischen die Knochenfragmente, das wird hier erstrebt und planmäßig zu Stande gebracht, um die Knochenteile des Unterkiefers und der Schädelbasis dauernd von einander zu trennen." (68)

Die folgenden Jahre waren gleichsam gekennzeichnet durch einen Ansturm auf die verschiedensten organischen und anorganischen Interpositionsmaterialien und durch eine Ausdehnung des Interpositionsverfahrens auf andere größere Gelenke, vor allem auf das Ellenbogengelenk. Bereits 1895 teilte FÖDERL (42) über Tierversuche zur Gelenkneubildung mit, wobei er zwischen die resezierten Gelenkenden Schweinsblase, Ovarialzystenwand und Celloidinplatten lagerte und CHLUMSKÝ (26) experimentierte um 1900 an Hunden

und Kaninchen mit den verschiedensten Fremdmaterialien wie Zelluloid, Silber, Zinn, Gummi, Billrothbatist, Zelloidin und Magnesium als resorbierbarer Substanz. Die Überlegenheit gestielter und später ausschließlich freier autologer Gewebslappen wurde jedoch bald wegen der allgemeinen Mängel des erzeugten Fremdkörperreizes erkannt und als die am häufigsten konkurrierenden Gewebe kristallisierten sich in der Folge frei transplantiertes autologes Fett- und Faszienewebe heraus.

Zahlreiche Veröffentlichungen über Resektions-Interpositions-Arthroplastiken am Ellenbogengelenk kennzeichnen die ersten Jahre des 20. Jahrhunderts. SCHANZ (151), 1904, lagerte gestielte Fettlappen zwischen, HOFMANN (74), 1906, Periostlappen der Tibia, HOFFA (73), 1906, in 7 Fällen gestielte Fett-Faszienlappen und hielt diese für das beste Interponat. WEGLOWSKY (179) beschritt einen eigenen Weg und interponierte autologe Knorpelplättchen, um optimale Voraussetzungen für die Knorpelregeneration zu schaffen. THOM (169) verwendete 1910 erstmals frei transplantierte Faszie mit gutem Erfolg. SCHMIEDEN (156), 1908, und REINER (143), 1910, berichteten "über die funktionellen Resultate der Resektion des Ellenbogengelenkes mit Interposition eines Muskellappens nach HELFERICH" und betonten die überaus wichtige Stellung einer gezielten Nachbehandlung. Bei 82,6% von 23 operierten Gelenken konnte eine gute Gebrauchsfähigkeit erzielt werden. CRAMER (27) wies bereits 1907 auf die Bedeutung von noch erhaltenem Gelenkknorpel hin, weil hier die physiologischen Gelenkformen noch erhalten seien und sich so die Erfolge in der Nachbehandlung günstiger gestalteten. Seine Empfehlungen für das versteifte Ellenbogengelenk lauteten: Beachtung auch der paraartikulären Hindernisse, Ausschneidung geschrumpfter Kapselteile, Skeletierung der Knochen bis die Bewegung frei ist, Säuberung der Fossae coronoidea und olecrani, evtl. schräge Tricepsver-

längerung, kein subperiostales Vorgehen, da nicht selten losgelöste Periostfetzen verknöcherten und zu Bewegungshemmung führten.

Als bedeutender Wegbereiter der Arthroplastik muß der Amerikaner MURPHY (128; 129) genannt werden, dem eine geradezu künstlerische Fähigkeit im Nachbilden der Gelenkenden nachgesagt wurde und der sich sowohl klinisch als auch entwicklungsgeschichtlich, pathologisch-anatomisch, biologisch und experimentell intensiv mit der Gelenkneubildung beschäftigte. Die Gelenkspaltbildung verglich er mit der Entstehung von Hygromen, die sich im Fettanteil der von ihm interponierten Fett-Faszienlappen bildeten. Bereits 1905 faßte er in der Monographie "Arthroplasty - Clinical and Experimental" seine bis dahin gesammelten Erfahrungen zusammen und 1913 veröffentlichte er einen Erfolgsbericht über 62 Arthroplastiken, darunter 12 des Ellenbogengelenkes, an dem der Eingriff seiner Meinung nach im allgemeinen erfolgreich sei, wenn nicht, dann läge eine mangelnde Kooperationsbereitschaft des Patienten bei der Nachbehandlung vor.

Die weitere Ausarbeitung der arthroplastischen Operationen, die sich weniger im Prinzip (sparsame modellierende Resektion und autologe Gewebsinterposition) als im operativen Detail unterscheiden, ist eng verbunden mit folgenden Persönlichkeiten: in Italien mit PUTTI (139; 140), in Amerika mit MACAUSLAND (117; 118; 119) und CAMPBELL (19; 20; 21; 22; 23) und in Deutschland mit E. PAYR (132; 133; 134; 135; 136; 137) und E. LEXER (106; 107; 108; 109; 110; 111), von denen sich letzterer auch mit der Transplantation halber und ganzer Gelenke auseinandersetzte. Außer LEXER, der freies autologes Fettgewebe interponierte, arbeiteten alle genannten Autoren ausschließlich mit frei transplantiertem autologem Faszie.

ERWIN PAYRS erste Abhandlungen über die "blutige Mobilisierung versteifter Gelenke" datieren aus dem Jahre 1910 (132; 133; 134). Zu diesem Zeitpunkt hatte er unter 30 Gelenksmobilisierungen 10 dauerhafte Erfolge zu verzeichnen. Von der gestielten Fett-Faszientransplantation ging er ab 1913 ausschließlich zur freien Faszientransplantation über. Ausführlich beschrieb er Indikation, Kontraindikationen, Operationstechnik und Nachbehandlung. Von 1912 - 1914 wurden weitere 22 Fälle von Gelenksversteifungen von ihm operiert, darunter 3 Ellenbogengelenke mit zweimal sehr gutem und einmal gutem Erfolg (135). Vor allem interessierte ihn das Fernschicksal von Arthroplastiken sowohl histologisch als auch klinisch und röntgenologisch am Menschen und im Tierversuch. Zusammen mit seinem Schüler SUMITA (165), der zahlreiche Tierversuche zur Frage der Gelenkbildung, des Schicksals verschiedener autologer Interpositionsmaterialien und der Knorpelregeneration durchführte, versuchte er so der empirisch gewonnenen Operationsmethode eine experimentell wissenschaftliche Grundlage zu geben. Über den eingeschränkten Wert von Tierversuchen und deren Übertragbarkeit auf den Menschen war auch er sich voll bewußt (137). CAMPBELL (22) und MACAUSLAND (118) lehnten sie wegen der grundsätzlich unterschiedlichen Ausgangssituation (man arbeitete an gesunden Gelenken) und der Unmöglichkeit einer klug geleiteten Nachbehandlung kategorisch ab.

Obzwar sich PAYRS Bemühungen mehr auf das Kniegelenk konzentrierten, wies er gerade dem Ellenbogengelenk als einfachem nicht statisch belasteten Scharniergelenk mit günstigem Drehmoment die besten Erfolgsaussichten zu. Seine Operationsprinzipien, die heute noch weitgehende Gültigkeit haben, waren: radikale und vollständige Exstirpation der als irreparabel erkannten Gelenkkapsel, möglichst aperiostales Vorgehen, geringe anatomisch-modellierende Resektion der Gelenkkörper, wobei der Krümmungsradius der

konvexen Gelenkfläche immer kleiner sein sollte als der der konkaven, Interposition von frei transplantierte Fascia lata. Postoperativ empfahl er die Extension mit einem Steinmann-Nagel zum Offenhalten des Gelenkspaltes (136) und hielt aktive Mitarbeit in der Nachbehandlung für wichtiger als passive Bewegungen, vor deren frühzeitiger Durchführung er eindringlich warnte. Zur Mitnahme selbst der wichtigsten Verstärkungsbänder, die er anfangs immer befürwortete (Schlottergelenke seien nicht zu erwarten), entschloß er sich später nur noch von Fall zu Fall. Bei korrekter Technik, Indikation und Nachbehandlung erwartete er 70 bis 80% günstige Ergebnisse. Die Entstehung des Gelenkspaltes verglich er mit der Schleimbeutelbildung. Im Tierversuch wurde die völlige Regeneration von exstirpierten Gelenkapseln nachgewiesen, die auch von SEGALE (157) bestätigt wurde, hyaline Knorpelbildung aber konnte in keinem Falle gefunden werden, wohl aber Faserknorpel. Alle in den Tierversuchen SUMITAS (165) verwendeten autologen Interpositionsmaterialien verhielten sich ähnlich. 1934 erschien mit dem Buch "Gelenksteifen und Gelenkplastik" die Aufarbeitung der bisher von PAYR auf diesem Gebiet geleisteten Arbeit (137).

ERICH LEXER (108; 109; 110; 111) führte die Interposition von frei transplantiertem Fettgewebe in die Gelenkchirurgie ein und arbeitete sie experimentell und technisch aus. Seine ersten beiden Arthroplastiken von 1906 nach dieser Methode betrafen das Ellenbogengelenk. Für die freie Transplantation sah schon er folgende Vorteile: das Gelenk kann vollständig von außen abgeschlossen werden und die Seitenbänder, auf deren Erhalt er großen Wert legte, können geschont werden. Als operativen Zugang zum Gelenk begründete er den dorsalen U-förmigen Bogenschnitt mit temporärer Abmeißelung des Olecranon, der eine ausgezeichnete Übersicht über das Gelenk bietet und auch heute noch seine Be-

rechti gung findet (187). Den Vorteil des interponierten Fettgewebes sah er darin, daß es alle Buchten im Gelenkbinnenraum ausfüllt und so als Tamponade wirkt. Bei Nachuntersuchungen konnte er einen ausreichend breiten Gelenkspalt und eine glatte, fast knorpelähnliche, dicke, schwielige Bekleidung der Gelenkenden nachweisen. In dem zweibändigen Werk "Die freien Transplantationen" (111), in dem auch die Technik der Transplantatentnahme eingehend beschrieben wird, wurde das Verhalten des Fettgewebes folgendermaßen begründet: Zug und Druck führten zu bindegewebiger Metamorphose des Fettgewebes und der Gelenkspalt entwickle sich bei der Degeneration entstehender Ölzysten in der schlechter ernährten Zwischenschicht des Transplantates. In seinem 1920 erschienenen Buch "Wiederherstellungschirurgie" (110) unternahm LEXER als erster Autor den Versuch einer Standardisierung der operativen Technik und überblickte bereits eine Zahl von 65 Ellenbogengelenksarthroplastiken, von denen die Mehrzahl eine normale oder fast normale und weitestgehend stabile Beweglichkeit erhalten haben soll. Seine Transplantationsversuche von ganzen Gelenken, auf die er **anfangs** große Hoffnung gesetzt hatte (106; 107), erwähnte er aus uns heute verständlichen immunologischen Gründen 1920 nur mehr am Rande.

Im Gegensatz zum Kniegelenk hatte die Arthroplastik des Ellenbogengelenkes zu dieser Zeit in Deutschland bereits volle Anerkennung gefunden (61; 97; 115). LORENZ (115) sprach von einer bedingungslosen Indikation zur operativen Arthrol yse des Ellenbogengelenkes, worunter er subsumierend alle mobilisierenden Maßnahmen verstand, und auch F. LANGE (97) befürwortete aufgrund eigener guter Erfahrungen die "blutige Mobilisierung bei Ellenbogengelenksankylosen". Dagegen schienen ihm und auch HOHMANN (75; 76) die operativen Maßnahmen bei extraartikulär bedingten Einsteifungen des Ellenbogengelenkes, die hauptsächlich auf Weichteilhindernissen beruhen, viel zu selten ausgeführt zu sein. Hier

empfahl F. LANGE (97) die Z-förmige Durchtrennung der verkürzten und vernarbten Stränge, am Ellenbogengelenk hauptsächlich die Durchtrennung des Lacertus fibrosus. HOHMANN (75; 76) hingegen sah öfter in dem verkürzten M. brachialis das eigentliche Hindernis der Streckung und führte dessen quere Durchtrennung und später schräge Verlängerung (77) ein.

Zu diesem Zeitpunkt wurde die Wertigkeit des interponierten Materials wieder in Frage gestellt. Im Tierexperiment resezierten HOHMEIER und MAGNUS (78) Gelenkflächen mit und ohne Interposition, wobei das Resultat sowohl biologisch wie klinisch ein völliges Analogon bildete. Ebenso konstatierten ALLISON und BROOKS (4), daß die Ergebnisse mit und ohne Gewebswischenlagerung nicht wesentlich voneinander differierten und PHEMISTER und MILLER (138) erhielten ähnliche Ergebnisse mit oder ohne Interposition freier oder gestielter Gewebslappen. Hyaline Knorpelbildung konnte keiner der Untersucher nachweisen.

Ausgehend von diesen Befunden entwickelten SCHMERZ (155) 1916 und SCHEPELMANN (153; 154) 1918 unabhängig voneinander eine interpositionslose Technik der Arthroplastik. Das wichtigste Element bei der Wiederbeweglichmachung eines Gelenkes sei nicht die Interposition von Geweben, sondern vielmehr die baldige Aufnahme von Übungen nach der Operation zur Induktion funktioneller Anpassungsvorgänge. Dabei sollten nach SCHEPELMANN (154) die Gelenkflächen möglichst einfach walzenförmig und keineswegs exakt anatomisch gestaltet werden ("funktionelle Arthroplastik"), während SCHMERZ (155) nach anatomischer Nachbildung der Gelenkflächen ein Ausfeil- und Polierverfahren empfahl, "in dem man von groben zu feinen Feilen übergeht, der Knochenoberfläche einen mitunter samtartigen bis schlüpfrigen Charakter verleiht". SCHEPELMANN begann bereits am 10. postoperativen

Tag mit Bewegungsübungen (zum Vergleich: LEXER (110) stellte das Ellenbogengelenk für 6 Wochen ruhig). Bei 17 veröffentlichten Ellenbogengelenksplastiken erhielt er ein durchschnittliches Bewegungsausmaß von "über  $\frac{1}{2}$  des Normalen ( $71^{\circ}$  Exkursionsfähigkeit)" (154).

MOSZKOWIEZ (127), der sich 1917 in seinem Artikel "Über Arthroplastik" ausschließlich mit Kriegsverletzungen befaßte, empfahl die gabelförmige Zurichtung des distalen Humerusendes, oder falls dies beim Schweregrad der Verletzungen des Kriegsmaterials nicht möglich war, schaffte er zuerst Schlottergelenke, um diese in einer zweiten Sitzung durch künstliche Gabelbildung des distalen Humerus mit zusätzlicher Muskelraffung nachträglich zu stabilisieren. Solch eine extreme Variante kann wohl nur durch den desolaten Zustand mancher Kriegsverletzungen erklärt werden. Die primäre gabelförmige Zurichtung des Humerus griff jedoch auch HOHMANN (77) auf, weil sie ihm eine stabilere Gelenkführung zu gewähren schien.

In Amerika berichtete W.R. MACAUSLAND 1915 über seine ersten Arthroplastiken am Ellenbogengelenk und 1921 gab er einen Überblick über 31 mit frei transplantierte Fascia lata mobilisierte Ellenbogengelenke mit ausführlicher Beschreibung der Operationstechnik (117), die sich weitestgehend an LEXERS (110) Methode anlehnt. 1923 folgte seine große Monographie "Mobilisation of Ankylosed Joints" (118) und 1947 (119) faßte er seine bisher gemachten Erfahrungen am Ellenbogengelenk - mehr als 100 operierte Fälle - zusammen. Ausdrücklich insistierte er auf einer Differenzierung zwischen Arthroplastik und großzügiger Resektion, die nur zur Induktion einer Pseudarthrose führe. Die Ergebnisse am Ellenbogengelenk seien ausgezeichnet, sowohl hinsichtlich Beweglichkeit als auch Stabilität, welche an der oberen Extremität genauso wichtig sei wie am Kniegelenk. Die Verbes-

serung seiner Ergebnisse beruhe größtenteils auf einer ausgefeilteren Operationstechnik und einer besseren Selektion der Fälle.

Der Amerikaner W.C. CAMPBELL beschäftigte sich ausführlich mit Klinik, Histologie, röntgenologischer Verlaufsbeobachtung und Physiologie der Gelenkplastik. Ausgehend von der offenen Reposition veralteter Ellenbogengelenksluxationen beschrieb er 1922 (19) einen neuen operativen Zugang für die Arthroplastik, indem er die Tricepssehne zungenförmig ablöste und das Gelenk so von dorsal her aufklappte. Nach anfänglicher Muskelinterposition ging auch er zur frei transplantierten Faszie über, die er über beide modellierten Gelenkflächen lagerte, um so ein embryonales Gelenk am ehesten nachzuahmen (22). Für die Arthroplastik gäbe es nur 2 echte Indikationen: die Folgezustände nach Trauma und akuter infektiöser Arthritis. Mehr als 90% seiner Gelenkversteifungen beruhten auf letzterer Ursache. Hierin zeigt sich der Ätiologiewandel der zur Gelenksteife führenden Prozesse: im 19. Jahrhundert galt die Tuberkulose als Hauptursache. Die tragenden Säulen des Erfolges waren auch für CAMPBELL eine hochentwickelte Operationstechnik und die gezielte aktive Nachbehandlung (21). Wenn kein stabiles, kräftiges und ausdauerndes Gelenk erzielt werden könne, so sei eine Ankylose in günstiger Stellung vorzuziehen (21). Beim Ellenbogengelenk sprach CAMPBELL von einer 90-prozentigen Erfolgsquote (20). Als Ergebnis seiner histologischen Studien an nachoperierten Gelenken fand er, daß sich Pseudarthrosen und Arthroplastiken hinsichtlich des histologischen Substrates in etwa gleichen. Unter einer fibrösen Deckschicht des Gelenkkörpers folgt eine Zone fibrösen Knorpels, die in verdichteten spongiösen Knochen übergeht. Hyalinen Knorpel konnte auch er in keinem einzigen Schnitt entdecken. Die neu gebildeten Gelenkflächen

stammen seiner Ansicht nach von den eröffneten Markhöhlen und der transplantierten Faszie (22).

Bis zum Ende des ersten Viertels des 20. Jahrhunderts waren alle Grundlagen der Arthroplastik bestens dargelegt. Eine sparsame, mehr oder weniger anatomisch modellierende Zurichtung der Gelenkflächen war nahezu allseits akzeptiert und interponiert wurde zumeist frei transplantierte autologe Fascia lata. Unzufrieden mit den herkömmlichen anatomischen Verfahren führte dann aber JULIUS HASS (62) im Jahre 1925 eine neue Technik ein, die er "Kippgelenkplastik" nannte, wobei er den humeralen Gelenkkörper keilförmig und den ulnaren flach muldenförmig gestaltete. Sein Verfahren begründete er folgendermaßen:

"Statt die Natur nachzuahmen, statt ein so hohes und, wie es scheint, unerreichbares Ziel zu verfolgen, schien es mir richtiger, auf die Rekonstruktion der ursprünglichen Gelenkform gänzlich zu verzichten und dieselbe mehr nach 'konstruktiven' Gesichtspunkten zu gestalten ... Der leitende Gedanke dieser Methode war der, den Kontakt der Gelenkflächen auf ein Minimum zu reduzieren und auf diese Weise die Wiedervereinigung der Gelenkkörper zu verhindern." (63)

Fettgewebe wurde nur deshalb interponiert, um den gebildeten Gelenkhohlraum zu tamponieren. Vorteile sah HASS darin, daß sich wegen der Keilbildung eine Kapsellexstirpation erübrige und daß trotz ausgiebiger Resektion der vorderen und hinteren Gelenkanteile des konvexen Gelenkkörpers von der Länge des Knochens fast nichts entfernt werde, weshalb die Seitenbänder geschont werden könnten. 1944 veröffentlichte er in Amerika (64) eine Langzeituntersuchung über 15 solcher Kippgelenkplastiken des Ellenbogengelenkes mit 80% befriedigenden Resultaten. Auch VOGL (176) berichtete 1949 über gute Erfolge mit der HASS'SCHEN Technik. HACKENBROCH (55) hingegen bezeichnete den von HASS eingeschlagenen Weg als Irrweg, "diktiert von der Furcht der Wiederversteifung, aber an der Wirkung der sekundären weiteren Verkürzung der Hebelarmlänge vorbeisehend". Dennoch sollte der HASS'SCHE



Abb. 2: Kippgelenkplastik (von der Seite gesehen), Originalzeichnung nach HASS (62) von 1925

Vorschlag gerade in unserer Zeit bei der operativen Therapie des rheumatischen Ellenbogengelenkes reichlich Anwendung finden (14; 49; 80; 90; 141; 147; 170; 171; 172), wobei aber auch auf die negativen Phänomene der sekundären Knochenresorption hingewiesen wird: Frakturanfälligkeit durch stärkere Gabelbildung und Instabilität (90).

Ebenfalls einen eigenen Weg beschritt der Amerikaner FRED ALBEE (1). Um einem arthroplastisch resezierten Ellenbogengelenk eine größere antero-posteriore Stabilität zu verleihen und die Kraft der Extension und Flexion durch Verlängerung der Hebelarme zu vergrößern, kombinierte er die Arthroplastik mit einer speziell für die genannten Ziele entwickelten Verlängerungsosteotomie der proximalen Ulna, wobei er den Processus olecrani samt Tricepsansatz ein Stück weiter nach hinten gleiten ließ.

Im Jahre 1944 erschien von LEPPING (105) aus HACKENBROCHS Klinik ein wesentlicher Beitrag zur Histologie der Gelenkplastik. Es war ihm möglich, die histologischen Befunde an nachoperierten Gelenken zu analysieren. Während

frühere Autoren die Gelenkspaltbildung sich im Transplantat vollziehend gesehen hatten ( PAYR (137), SUMITA (165), MURPHY (128), LEXER (111) ), betonte LEPPING, daß zumindest bei interponierter Faszie die Spaltbildung im Granulationsgewebe stattfindet, welches das Transplantat mit der gegenüberliegenden Knochenfläche verbindet. Oberflächliche hyaline Knorpelbildung konnte er nicht nachweisen, obzwar KROMPECHER (96) 1944 dessen grundsätzliche Entstehungsbedingungen im Tierversuch darlegte, wenn man frühzeitig nach der Gelenksresektion Druck auf die Knochenflächen ausübt. Aus mehrlei Gründen hielt LEPPING die Interposition eines Fettlappens für weniger geeignet als die eines Faszienlappens. Die Vorgänge im Anschluß an eine Plastik teilte er ein in Anwachsen und Anheilen, in Absterben und Abbau mit anschließendem schleichenden Ersatz des Transplantates durch wirtseigenes Gewebe. Auch bei einer 13 Jahre zurückliegenden Arthroplastik des Ellenbogengelenkes konnte er noch geringe Regenerationsvorgänge an der Nearthrose feststellen. PAYR (135) noch glaubte, daß die Regenerationsvorgänge nach 2 bis 3 Jahren zum Abschluß gekommen seien.

Eine wichtige Entscheidung fiel im gleichen Jahre 1944 auf dem Wiener Orthopädenkongreß. In seinem Vortrag "Kontrakturen und Gelenksteifen" führte MAX HACKENBROCH (53) die strikte Trennung und exakte Neudefinition der Begriffe Arthrolyse und Arthroplastik ein (vgl. Kap. 2.1.). Nach HACKENBROCH (53) hätten die knöchernen Gelenksteifen im übrigen im Sinne der Wiederherstellung noch immer nicht die Bedeutung erlangt, die ihnen eigentlich zustehe, weil trotz zahlreicher Vorarbeiten das operative Verfahren nicht so vollständig standardisiert sei, um auch in der Hand des nicht Hochspezialisierten brauchbare Resultate zu liefern. Wegen ihrer biologischen Minderwertigkeit sei aber die Gelenkplastik ohnehin nur eingeschränkt verwendbar. Wenig ergiebig hielt HACKENBROCH noch 1944 die Arthrolyse des El-

lenbogengelenkes, obwohl dessen Gelenksteifen kaum an Zahl hinter denen des Kniegelenkes zurückstünden. Die Gründe dafür suchte er in anatomischen und pathologisch-anatomischen Besonderheiten: kein einheitlicher Sehnenzug wie am Kniegelenk, Tricepssehne sehr kurz, Neigung der Ellenbeuge zu Schrumpfung nach Z-förmiger Verlängerung der Bicepssehne, M. brachialis setzt muskulär an, hartnäckige Hindernisse der Beugung seien meist knöcherne Sperren. Im ganzen gesehen sei bei hartnäckigen Steifen dieses Gelenkes die Arthroplastik mit geringster Resektion häufiger nötig als die Arthrolyse. Doch Abschließendes wagte HACKENBROCH (53) zu diesem Problem noch nicht zu sagen.

Gute Erfolge erzielte hingegen WILSON (181) mit seiner 1944 in den USA eingeführten Technik der ventralen Kapsulektomie und gleichzeitiger Z-förmiger Verlängerung der Bicepssehne bei Beugekontrakturen meist im Gefolge von supra-kondylären Humerusfrakturen, wo er ausgedehnte fibröse Verwachsungen und Schrumpfung der Kapsel und der paraartikulären Weichteile sah. Kompliziert wurde der Eingriff jedoch häufig durch Störungen von seiten des N. radialis (in 4 von 5 Fällen). Auch HOHMANN (77) sprach sich 1949 - wie schon früher - in seinem Lehrbuch "Hand und Arm, ihre Erkrankungen und deren Behandlung" für ein operatives Angehen von Ellenbogengelenksbeugekontrakturen aus, wobei er nicht wie früher den M. brachialis schichtenweise quer durchtrennte (75), sondern den Muskel schräg mit oft gleichzeitiger vorderer Kapselspaltung verlängerte, um den Ausfall der aktiven Beugefähigkeit geringer zu halten als bei querer Durchtrennung.

Auf der 66. Tagung der Deutschen Gesellschaft für Chirurgie im Jahre 1949, die die Wiederherstellung versteifter Gelenke zum Thema hatte, referierte BÜRKLE DE LA CAMP (18) ausführlich über die Arthroplastik des Ellenbogenge-

lenkes und deren günstige Resultate, die er entsprechend seinem Lehrer LEXER (110) ausführte, nur mit den Unterschieden, daß er statt Fettgewebe Faszie zwischenlagerte und bereits nach zwei Wochen Gipsruhigstellung mobilisierte (LEXER erst nach 6 Wochen). Begrifflich exakt grenzte auch er die Arthrolyse von der Arthroplastik wie von HACKENBROCH (53) vorher beschrieben ab, erwähnt sie jedoch nur am Rande. Genauso wiesen zwar HACKENBROCH (54) und M. LANGE (99) auf demselben Kongreß auf 44 bzw. 100 Arthrolysen des Kniegelenkes hin, während die Erörterung der Arthrolyse des Ellenbogengelenkes nur im Allgemeinen blieb. Nach BÜRKLE DE LA CAMP (18) sollten die Ansprüche bei der Arthroplastik hinsichtlich der Beweglichkeit nicht zu groß gestellt werden. Ein Bewegungsumfang von 40 bis 50 Grad im günstigen Sektor sei einer größeren Beweglichkeit vorzuziehen, die vielleicht unsicher oder sogar schmerzhaft ist. Auf die Untersuchungen HERZOGS (72) über "Die bewegungsphysiologische Ausnutzung der großen Gliedmaßengelenke des Menschen in Beruf und Alltag und ihre praktische Bedeutung" legte er dabei besonderen Wert. Daß die Frage des Interpositionsmaterials noch immer nicht zur Ruhe gekommen war, beweist LEZIUS (112) Vorschlag auf dem Kongreß, bei Arthroplastik einen Kutislappen zwischenzulagern. GLUCK (44) hatte Haut schon 1902 bei einer Kiefergelenksankylose verwendet und von LOEWE (114) wurde die Hautimplantation bereits 1913 anstelle der freien Faszienplastik empfohlen. Obzwar es sich also um keinen grundsätzlich neuen Gedanken handelte, setzte sich diese Variante der Arthroplastik erst ab den Fünfziger Jahren in der Praxis durch und wird auch heute allgemein akzeptiert (15; 39; 43; 46; 87; 90; 124; 148). GOSSET (46) entfernte nicht einmal die Epidermis, sondern führte lediglich eine Joddesinfektion durch. SANCHIS-OLMOS (148) erzielte 85% befriedigende Ergebnisse am Ellenbogengelenk durch Interposition von konservierter Haut. BROWN

u. Mitarb. (15) zeigten, daß infektiöse Komplikationen von seiten der Haarfollikel und Schweißdrüsen nicht zu befürchten sind.

Zusammen mit M. LANGE (100) hielt M. HACKENBROCH (55) vor dem 39. Kongreß der Deutschen Orthopädischen Gesellschaft im Jahre 1951 einen umfassenden Vortrag über Arthrolyse und Arthroplastik. Während beide Orthopäden der Arthroplastik kritischer als frühere Autoren gegenüberstehen, werden die eindeutigen Vorzüge der Arthrolysen an Knie- und Ellenbogengelenken beschrieben. So sagte HACKENBROCH:

"Wir sind noch weit davon entfernt, die regenerativen Vorgänge, die wir bei der Gelenkplastik so dringlich in unseren Heilplan einzuspannen suchen, auch nur mit annähernd genügender Sicherheit steuern zu können ... Hier liegen meines Erachtens die Pfade, die zunächst beschritten werden müssen, um die Ergebnisse der Arthroplastik noch weiter zu verbessern." (55)

Deshalb forderte er vor allem eine sparsamste Resektion der Gelenkflächen, am Ellenbogengelenk bestünde eher die Gefahr des Zuviel als die des Zuwenig. Die Frage der Interposition hielt er für untergeordnet (von seinen Mitarbeitern stammt auch der Ausdruck "Sine-Sine-Plastik" für eine interpositionslose Arthroplastik). Wesentlich für den Erfolg sind seiner Ansicht nach die richtige Indikationsstellung sowie eine gezielte Nachbehandlung. Eine wesentliche Erweiterung der Indikationsstellung gerade für die Arthroplastik des Hüftgelenkes bedeutete für HACKENBROCH die Zunahme der Arthrosen, also das aktive Eingreifen bei bestehenden Krankheitsprozessen, während der ursprüngliche Gedanke der Gelenkplastik nur die Mobilisierung zum Ziel hatte und deshalb am ruhenden Gewebe arbeitete. Erstmalig hatte er auch 1951 die Indikation am Ellenbogengelenk erweitert, indem er ein schmerzhaftes rheumatisches Gelenk arthroplastisch resezierte. Da sich zu dieser Zeit das Interesse bereits mehr dem alloplastischen Gelenkersatz vor

allem der Hüfte zuwandte, beschrieb HACKENBROCH dessen Vor- und Nachteile und grenzte ihn deutlich zur Arthroplastik ab, deren wichtigster Vorgang die körpereigene Regeneration ist. Zur Arthrolyse des Ellenbogengelenkes revidierte HACKENBROCH 1951 seine skeptische Aussage von 1944 und räumte ein, daß sie nach beiden Seiten gut ausführbar sei, vor allem aber auf der Streckseite. Dieser Meinungswandel war wohl durch die günstigen Resultate der Ellenbogengelenksarthrolysen bedingt, über die M. LANGE (100) auf dem gleichen Kongreß berichtete. Schon 1949 veröffentlichte sein Assistent ALBERT (2) eine eingehende Beschreibung der Arthrolyse des Ellenbogengelenkes an der Klinik von MAX LANGE, an der das Gelenk durch eine dorsale Z-förmige Tenotomie des M. triceps aufgeklappt wurde. Auch ALBERT war der Meinung, daß die Arthrolyse des Ellenbogengelenkes wegen der günstigen Erfolgsaussichten besondere Beachtung verdiene, obwohl sie allgemein wenig bekannt sei. Besonders wies M. LANGE (100) auf die Ähnlichkeit von Kniestrecksteife und fibröser Ellenbogengelenkssteife hin: verödete Recessus der Gelenkkapsel, Verkürzung und Verwachsung der Tricepssehne mit der Unterlage, bindegewebige Verwachsungen im Gelenkinneren und von Pannus überzogene Gelenkflächen. Bezüglich der Arthroplastik vertrat LANGE die gleiche Ansicht wie HACKENBROCH (55) und BÜRKLE DE LA CAMP (18): "Die Formung der Gelenkflächen darf der Beweglichkeit zuliebe nicht auf Kosten der Gelenkfestigkeit gehen." (100).

Trotz der offensichtlich guten Erfolge blieb die Arthrolyse in den folgenden Jahren dennoch ein Stiefkind in der Therapie der Ellenbogengelenkssteifen. VIERNSTEIN (175) betonte noch 1957:

"Während beim Kniegelenk die Arthrolyse bzw. Arthroplastik ein feststehender Begriff ist, ist beim Ellenbogengelenk dies nicht der Fall ... Die Arthrolyse des Kniegelenkes gibt gute Resultate, noch mehr die des Ellenbogengelenkes."

Veröffentlichungen über Resektions-Interpositions-Arthroplastiken werden immer spärlicher. Diese Tatsache kann durch den Einfluß der antibiotischen Therapie erklärt werden, die zu einer Verminderung der infektiösen Arthritiden mit resultierender knöcherner Gelenksteife führte und damit zu einer Abnahme der Fälle, die durch Arthroplastik behandelt werden müssen. Ätiologisch treten dagegen ab den fünfziger Jahren zwei andere Faktoren ganz in den Vordergrund: posttraumatische Zustände und die chronische Polyarthrititis des Ellenbogengelenkes. Mit dem zunehmenden Einsatz differenter operativer Maßnahmen bei der Behandlung des rheumatischen Ellenbogengelenkes erhielt die Arthroplastik hier ein neues Indikationsgebiet, zunächst beim knöchern versteiften Ellenbogengelenk im ausgebrannten Stadium, dann aber auch im aktiven Stadium der Erkrankung beim schmerzhaft bewegungseingeschränkten und destruierten Gelenk. Man hatte nämlich erkannt, daß gerade im letzteren Fall die Erfolgsaussichten günstiger zu beurteilen sind und zusätzlich in einem hohen Prozentsatz ein bestehender Schmerzzustand beseitigt werden kann. Initiatoren dieser neuen Einsatzmöglichkeit der Arthroplastik bei cP waren HERBERT (71) in Frankreich und VAINIO (171; 172) mit seinen Mitarbeitern (80; 90; 141) in Finnland in den fünfziger Jahren. Dabei griffen beide Autoren auf alte Methoden zurück. HERBERT (71) modifizierte die im 19. Jahrhundert von OLLIER (131) beschriebene geradlinige Resektion, indem er im Gegensatz zu OLLIER aber streng extraperiostal vorgeht und VAINIO (171) entwickelte eine modifizierte Technik nach HASS (62) mit Hautinterposition, die er ab 1961 ausschließlich durchführt, nachdem er die generellen Stabilitätsmängel durch die großzügige Resektion nach HERBERT erkannt hatte. 1976 überblicken KIMURA und VAINIO (90) die große Anzahl von 206 operierten rheumatischen Ellenbogengelenken. Welchen Anklang die Arthroplastik des Ellenbogengelenkes bei der cP im Sinne der Rehabilitation gefunden

hat, beweisen die zahlreichen Veröffentlichungen auch anderer Autoren (14; 35; 47; 49; 60; 124; 147; 163; 170), wenn auch jetzt die totale Endoprothetik stark in den Vordergrund des Interesses gerückt ist (38; 51; 59; 152).

Viel Einschränkendes zur Arthroplastik sagt 1960 nochmals M. HACKENBROCH (57) in seinem Artikel "Arthrodese, Arthroplastik, Arthrolyse", formuliert aber trotzdem: "Es muß gesagt werden, daß an Knie-, Ellenbogen- und Hüftgelenk trotz allem die Arthroplastik ihren festen unbestrittenen Platz behaupten wird." Und 1969 konstatiert er anläßlich der Überprüfung von Langzeitergebnissen nach Arthrolysen und Arthroplastiken in einem Sondervortrag: "Es zeigt sich, daß die Arthroplastik des Knie- und Ellenbogengelenkes weit besser ist als ihr Ruf." (58).

Der Stand der Arthrolyse des Ellenbogengelenkes um diese Zeit in Deutschland wird daraus ersichtlich, daß HACKENBROCH (58) in seinem Sondervortrag zwar 20 Langzeitbeobachtungen von Kniegelenksarthrolysen anführt, jedoch keine einzige des Ellenbogengelenkes, obwohl M. LANGE (100) sie ja bereits ab 1951 bestens empfahl.

In diese therapeutische Lücke stoßen die französischen Orthopäden vor (24; 25; 29; 30; 31; 39; 84; 85; 86; 122; 173). Allen voran ist hier der Name MERLE D'AUBIGNÉ (122) zu nennen. Zwar nahmen sie erst relativ spät an der Diskussion um die Arthroplastik und vor allem die Arthrolyse des posttraumatisch versteiften Ellenbogengelenkes teil- dann aber um so intensiver, was das einer eingehenden und standardisierten Bewertung unterworfenen umfangreichen Patientengut anbelangt. Pathologisch-anatomische Alterationen am Ellenbogengelenk werden ausführlich beschrieben, die Indikationsstellung wird präzisiert und beim technisch-operativen Vorgehen wird versucht, eine weitgehende Standardisierung zu erreichen - soweit es die großen individu-

ellen Unterschiede im Einzelfall erlauben. Den Sehnenverlängerungen der Mm. triceps, biceps und/oder brachialis gegenüber verhalten sich die französischen Autoren zurückhaltend und ziehen eine Desinsertion der Muskulatur vor, um muskuläre Insuffizienzen weitgehend zu vermeiden. Hauptaugenmerk wird auf die Bewegungshindernisse in der Ellenbeuge gelegt ( M. LANGE (100), ALBERT (2) und HACKENBROCH (55) konzentrierten sich mehr auf den dorsalen Gelenkanteil) und die grundsätzliche Exstirpation der beugeseitigen fibrös veränderten Gelenkkapsel betont, die CAUCHOIX und DEBURGE (24) 1965 ausgehend von den Arbeiten WILSONS (181) wiederentdeckten. Statt des in Deutschland meist geübten dorsalen Zuganges zum Gelenk, den die französische Schule hauptsächlich der Gelenkplastik vorbehält, ziehen sie entweder einen ulnaren oder radialen Zugang oder seit einer neueren Veröffentlichung von 1975 deren systematische Kombination vor (25).

Bereits 1966 verfügt MERLE D'AUBIGNÉ wohl über das umfangreichste Patientengut der damaligen Zeit, als er zusammen mit KERBOUL neben 72 Arthroplastiken über 65 einschlägige Beobachtungen von Arthrolysen des Ellenbogengelenkes berichtet (122). Während er bei der Hälfte der Arthrolysen sehr gute und gute Ergebnisse erreichen konnte, erzielte er dieses Resultat nur bei etwa einem Drittel der Arthroplastiken. Plastiken mit Interposition gaben ihm ein durchschnittlich besseres Bewegungsausmaß als solche ohne Interposition.

Auf der 45. Jahresversammlung der So.F.C.O.T. in Frankreich im Jahre 1970 wird umfassend über posttraumatische Ellenbogengelenksversteifungen und deren Therapie durch Arthrolyse und Arthroplastik bei Erwachsenen und Kindern berichtet (39). In einer Sammelstatistik aus 4 Kliniken wurden 237 Fälle von Arthrolysen bei Erwachsenen zusammen-

getragen. 1975 veröffentlichten CAUCHOIX und DEBURGE (25) eine neue Serie von 86 Arthrolysen. Durch bessere Selektion der Patienten scheint ihnen noch eine Verbesserung der Ergebnisse möglich. Für sehr schwere und lange zurückliegende Versteifungen empfehlen sie ein von ihnen ausgearbeitetes neues Verfahren, daß die Arthrolyse mit einer suprakondylären Verkürzungsosteotomie verbindet (30; 31). J. und H. JUDET (85) überblicken von 1945 bis 1975 insgesamt 218 Arthrolysen des Ellenbogengelenkes.

Vor solch großen Zahlen treten die spärlichen Berichte auf deutscher Seite völlig in den Hintergrund. Erst 1970 stellen LUTHER und SCHULITZ (116) Nachuntersuchungsergebnisse von 12 Arthrolysen vor, die nach der Methode von M. LANGE (100) ausgeführt wurden. 1972 folgen KLEMS und WEIGERT (92) mit 11 seit 1968 durchgeführten Arthrolysen, wobei besonders auf die Trias: Trümmerbruch, Operation und Gipsruhigstellung hingewiesen wird, die zur Verlötung von Kapsel und Gelenkkörpern führe. Systematisch verlängern sie die Tricepssehne V-Y-förmig und betonen die Lösung aller volaren Verwachsungen als Voraussetzung für eine echte Gleitbewegung der Facies semilunaris auf der Trochlea humeri. Als weitere mit der Ellenbogengelenksarthrolyse befaßte deutsche Autoren sind zu nennen BARTSCH (8), RENNÉ und WELLER (144) und BLAUTH und HEPP (12), die 1978 über ihre Erfahrungen bei 14 Patienten berichten, wobei sie sich sowohl operationstechnisch als auch hinsichtlich der Nachbehandlung (67) weitestgehend an die von den französischen Orthopäden gemachten Vorschläge halten. Ihre Ergebnisse sind bislang die besten in der Literatur erwähnten.

Verwunderlich scheint die Tatsache, daß die Bemühungen der Franzosen bezüglich der Arthrolyse bis auf BLAUTH und HEPP (12) so wenig Beachtung im deutschen wie auch ausländischen Schrifttum gefunden haben, wobei generell - nach

den mangelnden Literaturmitteilungen aus dem Ausland zu urteilen - die Arthrolyse des Ellenbogengelenkes bis auf Deutschland und Frankreich wenig Freunde gefunden hat.

## 2. DEFINITIONEN

### 2.1. Definition und Abgrenzung der Begriffe Arthrolyse und Arthroplastik

Der Terminus Arthrolyse stammt von JULIUS WOLFF (189; 190), der ihn bei seiner Einführung ausschließlich auf das Ellenbogengelenk bezog. Der Begriff Arthroplastik wurde nach PAYR (137) 1902 von GLUCK (44) geprägt. Erst seit 1944 verfügen wir über eine exakte begriffliche Trennung beider Verfahren, weil sie zum einen prognostisch sehr ungleichwertig, zum anderen nach Indikationsstellung und Operationstechnik grundverschieden sind.

Nach M. HACKENBROCH (57) versteht man unter Arthrolyse eine Gelenkentsperrung unter Belassung seiner natürlichen Gelenkflächen, dem Prinzip nach also eine Weichteiloperation mit Lösung bzw. Entfernung intra- und/oder extraartikulärer Verwachsungen unter Beseitigung weichteilbedingter Kontrakturen durch Kapseldiszisionen, Kapselresektionen und plastische Sehnenverlängerungen. Dieser Auffassung schloßen sich alle mit Arthrolyse befaßten Autoren an (2; 6; 8; 10; 12; 18; 39; 85; 92; 100; 122; 144; 186). Ebenso dürfen zusätzlich knöchern bedingte Hindernisse (Anschlagssperren) der Gelenkbeweglichkeit wie hypertrophe Processus coronoidei, Olecranonnasen, Kallusmassen etc. beseitigt werden, ohne den Rahmen einer Arthrolyse zu sprengen (39; 100; 122). BLAUTH und HEPP (12) sprechen jedoch von einer erweiterten Arthrolyse, wenn Teile der Gelenkoberfläche geglättet oder entfernt werden müssen wie z.B. ein

zerstörtes Radiusköpfchen oder abgerissene Epikondylen. Nach MAX LANGE (100) können z. B. nach alten Frakturen kleine Knochenkorrekturen an den Gelenkflächen durchgeführt werden, ohne das Ergebnis negativ zu beeinflussen, "nehmen diese jedoch ein größeres Ausmaß an, so sind das schon keine Arthrolysen mehr".

Eine Zwischenlagerung von Geweben oder Fremdmaterialien findet bei der Arthrolyse in der Regel nicht statt. Dennoch schlägt ALBERT (2) die Interposition von Faszie in Ausnahmefällen vor, wenn schwere Arrosionen an den humeralen und ulnaren Gelenkflächen vorliegen. BHATTACHARYYA (10) in Indien verwendet bei Arthrolysen sogar systematisch Faszie oder Fremdmaterialien zur Zwischenlagerung und KLEMS und WEIGERT (92) äußern sich über die Möglichkeit einer temporären Interposition von Kunststoffmembranen.

Die Arthroplastik hingegen ist gekennzeichnet durch die plastische modellierende Knorpel-Knochen-Resektion der Gelenkflächen mit allen ihren Konsequenzen, ob sie nun mit oder ohne Interposition von Fremdmaterial oder Gewebe ausgeführt wird (55), wenn auch in der überwiegenden Mehrzahl Material zwischengelagert wird. Das entscheidende Differenzierungskriterium zur Arthrolyse ist also die Resektion der Druckaufnahmezonen, weswegen immer ein längerer funktioneller Anpassungsprozeß durchlaufen werden muß, um einen neuen Gelenkmechanismus zu erhalten, der im übrigen nur Ersatz schaffen kann. Deshalb führt eine Arthroplastik bezüglich des anatomischen Substrates immer zu einer Defektheilung (57). Nach M. HACKENBROCH sollte die Bezeichnung Arthroplastik nur für solche Verfahren reserviert bleiben, bei denen eine Resektion beider Gelenkflächen durchgeführt wird: "Streng genommen gehören also die Verfahren, die sich mit der Resektion einer einzigen Druckaufnahmezone und Gleitfläche begnügen, nicht zu den Arthroplastiken" (57).

Für diese Fälle definierte MAX LANGES Assistent ALBERT (2) den Begriff der Teilarthroplastik, die zum Zuge kommt, wenn keine vollkommene knöcherne Versteifung im Ellenbogengelenk vorliegt, die Rotation im Radioulnargelenk nicht aufgehoben ist oder sich intraoperativ zeigt, daß nur eine Gelenkfläche neu gebildet werden muß.

Eine begrifflich inhaltliche Erweiterung hat die Arthroplastik dadurch erfahren, daß sie nicht mehr nur allein die Wiederbeweglichmachung zum Zweck hat (klassische Arthroplastik), sondern auch chronisch destruierende und schmerzhaft Gelenkprozesse wie die chronische Polyarthrititis des Ellenbogengelenkes mit den Zielen der Beweglichkeitserhaltung und Schmerzbefreiung angeht (35; 49; 80; 124; 141; 171).

Einige angloamerikanische Autoren differenzieren noch zwischen "anatomical arthroplasty" und "excisional arthroplasty" (33; 37), wobei letzteres Verfahren einer nicht anatomisch modellierenden extraperiostalen Resektion der Gelenkkörper entspricht, wie bei der "Kippgelenkplastik" nach HASS (63) bzw. deren Modifikation nach VAINIO (171) und bei der großzügigen geradlinigen Resektion nach HERBERT (71). CAMPBELL (23), MACAUSLAND (118) und WARING (178) lehnen für diese Methoden die Bezeichnung Arthroplastik ab und für HACKENBROCH, der abschließend noch einmal zusammenfassend zur definitorischen Abgrenzung von Arthroplastik und Arthrolyse zitiert sei, sind sie keine Arthroplastiken im engeren Sinne des Begriffes mehr:

"Eine Arthroplastik im engeren Sinne ist der Eingriff der plastischen modellierenden Resektion eines versteiften oder schmerzhaften Gelenkes mit dem bestimmten Ziel, eine Beweglichkeit zu schaffen oder sie doch zu erhalten. Arthrolyse ist der Eingriff, der das Ziel hat, verlorengegangene Beweglichkeit wiederzugeben ohne eine Resektion des Gelenkes." (55)

|                                         | Arthrolyse                        | Arthroplastik                                                         |
|-----------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| Operations-<br>technik                  | Erhaltung der<br>Gelenkflächen    | Resektion der<br>Gelenkflächen                                        |
| Indikation                              | nie bei knöcherner<br>Ankylose    | nie bei extraartikulär<br>bedingten<br>Steifen                        |
| Prognose                                | gut                               | schlechter                                                            |
| Heilung                                 | Restitutio ad<br>integrum möglich | immer Defekt-<br>heilung                                              |
| Hebelarme                               | bleiben gleich                    | Verkürzung                                                            |
| Inter-<br>position                      | in der Regel<br>nein              | in der Regel<br>ja                                                    |
| Ziel                                    | ausschließlich<br>Remobilisierung | Remobilisierung,<br>Beweglichkeits-<br>erhaltung,<br>Schmerzbefreiung |
| Gefahr des<br>Stabilitäts-<br>verlustes | gering                            | groß                                                                  |
| funktioneller<br>Anpassungs-<br>prozeß  | kürzer                            | länger                                                                |

Tab. 1: Differenzierungsmerkmale von Arthrolyse  
und Arthroplastik

## 2.2. Der Begriff der Gelenksteife

Der zeitgeschichtliche Wandel im Selbstverständnis der Orthopädie von der morphologischen (Lehre der Deformitäten) zur funktionellen Richtung findet seinen Widerhall in der von ERWIN PAYR (137) vorgenommenen Neueinteilung der Ge-

lenksteifen, wobei er "die Zustände der Kontrakturen und Ankylosen zuerst unter dem Gesichtspunkt der Steifigkeit, nicht mehr unter dem der Deformität, also unter dem Gesichtspunkt des Bewegungsverlustes, nicht des Formverlustes zusammenfaßte" (56). Mit PAYR kann man folgende Kurzdefinition der verschiedenen Grade der Gelenksteifen angeben: "Ein Gelenk kann steif sein - auf Zeit, für immer, zum Teil und auch vollständig" (137). Aber auch die sprachliche Insuffizienz des Ausdruckes "steif", der sowohl unbeweglich wie schwer beweglich, eingeschränkt oder wenig beweglich meinen kann, geht aus diesem Zitat klar hervor.

In Anlehnung an PAYRS Einteilungsprinzip unterscheidet man heute nach A.N. WITT (185) zwischen Ankylose, fibröser Gelenksteife, den Sperrsteifen und den Kontrakturen. Die Kontrakturen können als ausschließlich weichteilbedingte Bewegungseinschränkungen den Sperrsteifen subsumiert werden, wenn sie auch oft als Zwangsstellung in irgendeiner Position (Beuge-, Streck-, Rotationskontraktur) betrachtet werden. Im Vordergrund steht jedoch beim Begriff Kontraktur die Einschränkung der Beweglichkeit und nicht mehr wie früher die Deformität. Das Schwergewicht liegt bei den ersten beiden Begriffen auf der Aufhebung des Gleitspaltes, bei Sperrsteifen respektive Kontrakturen auf dem Verlust des Gleitvermögens (18). WITT (185) weist besonders darauf hin, die Bezeichnung Ankylose nur für die knöcherne Steife zu reservieren und die funktionell der Ankylose gleichkommen- den, also totalen oder partiellen Versteifungen als fibröse Gelenksteife zu definieren (von PAYR (137) noch als "fibröse Ankylose" und "Teilregenerat" benannt), weil hier im Röntgenbild die Gelenkform und der Gelenkspalt - wenn auch verschmälert - noch eindeutig als erhalten zu erkennen sind. Diese Klassifizierung ist für die Bewertung von Ergebnissen nach operativen Eingriffen unumgänglich und PAYRS hervorragende Statistiken beruhen nach WITT (185) eben darauf, daß

er Ankylosen und fibröse Gelenksteifen nicht exakt unterschieden hat.

Sperrsteifen liegen vor, wenn die Beweglichkeit aus einer physiologischen Position an irgendeiner Stelle eine Sperrung erfährt, die sowohl extra- als auch intraartikulär ossal, kapsulo-ligamentär, paraartikulär, muskulär und durch geschrumpfte Sehnen bedingt sein kann.

Im französischen Schrifttum basiert eine Einteilung auf nur zwei Gruppen von Gelenksteifen (39; 122). Unabhängig von der Ursache der Steife wird mit "ankylose" ein völliger Bewegungsverlust bezeichnet und mit "raideur" jegliche Art von partieller Einschränkung der Beweglichkeit.

### 3. ANATOMISCHE VORBEMERKUNGEN

#### 3.1. Deskriptive und funktionelle Anatomie

Das exzentrisch gelegene Ellenbogengelenk ist ein zusammengesetztes Gelenk, *Articulatio composita*, an dem drei Knochen beteiligt sind (*Humerus*, *Radius*, *Ulna*). Hieraus ergeben sich drei verschiedene von einer einzigen Gelenkkapsel umschlossene Gelenkverbindungen. Die *Articulatio humeroulnaris*, die Hauptverbindung, stellt ein Scharniergelenk mit ausgesprochener Knochenführung dar, wobei die mit einer Führungsleiste versehene *Incisura trochlearis* auf der mit einer Führungsrinne versehenen *Trochlea humeri* um die quer durch die *Trochlea* gezogene Flexions-Extensions-Achse gleitet. Die *Articulatio humeroradialis* bildet formal ein Kugelgelenk - das kugelige *Capitulum humeri* artikuliert mit der tellerartigen flachen Pfanne des *Caput radii* - , dessen dritter Freiheitsgrad der Bewegung neben Extension/Flexion und Rotation jedoch durch das *Ligamentum anulare radii* eingeschränkt ist. Die *Articulatio radioulnaris proximalis* ist ein Radgelenk, bei dem die *Circumferentia radii* in der *Incisura radialis ulnae* schleift. Die konstruktive Gliederung in drei Teilgelenke ermöglicht es, daß Dreh- und Scharnierbewegungen in jeder Stellung unabhängig voneinander und gleichzeitig ablaufen können, wodurch sich der Freiheitsraum der oberen Extremität wesentlich vergrößert. Die Hand kann in allen Winkelstellungen des Armes als Greiforgan tätig werden.

Die Gelenkkapsel setzt am *Humerus* volar unmittelbar proximal der *Fossa coronoidea* an. An den Seiten liegt der

Ansatz etwas weiter distal, so daß die Epikondylen frei bleiben. Dorsal zieht der Kapselansatz gerade über die Fossa olecrani hinweg (Abb. 3). An der Ulna ist die Kapsel an den Knorpel-Knochengrenzen befestigt, mit Ausnahme der intraartikulär liegenden Spitzen des Olecranon und des Processus coronoideus, wo sie einige Millimeter vom Knorpelrand entfernt inseriert. Auf der radialen Seite strahlt die Kapsel in das Ligamentum anulare ein und setzt sich nach distal als Recessus sacciformis fort. Zusätzlich zu diesem Recessus bildet die Kapsel einen volar größeren und dorsal etwas kleineren Recessus (Abb. 4). An diesen Stellen ist die Kapselhöhle am geräumigsten.

Verstärkt wird die Gelenkkapsel an drei Stellen durch kräftige Bänder, die Ligamenta collateralia ulnare et radiale und das Ligamentum anulare radii. Das Ligamentum collaterale ulnare ist dreieckig, stärker als das radiale Seitenband und strahlt fächerförmig vom Epikondylus ulnaris humeri gegen Incisura trochlearis und Olecranon aus. Dagegen teilt sich das vom Epikondylus radialis humeri entspringende Lig. collaterale radiale in zwei Schenkel, deren Faserzüge das Radiusköpfchen beuge- und streckseitig umfassen und vorne und hinten an der Ulna ansetzen. Zum Teil verschmelzen die Fasern mit dem Ligamentum anulare radii, das als osteofibröser Ring das Collum radii umgreift.

Als hauptsächliche Beugemuskeln am Ellenbogengelenk, deren Kraft etwa eineinhalbmals größer als die der Extensoren ist, wirken der M. biceps brachii, der M. brachialis und der M. brachioradialis. Der praktisch einzige Strecker ist der M. triceps brachii. Bei der Supination wirken M. supinator, M. biceps brachii und M. brachioradialis zusammen, bei der Pronation Mm. pronator teres und quadratus, M. flexor carpi radialis und ebenso M. brachioradialis.

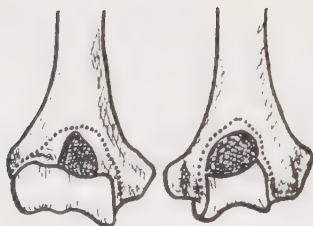


Abb. 3: Schematische Zeichnung der Kapselansätze;  
links volar, rechts dorsal; (83)

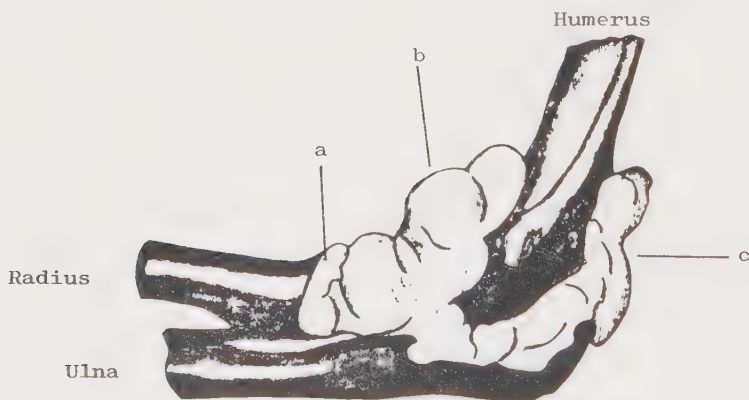


Abb. 4: Wachsinjektionspräparat des Ellenbogen-  
gelenkes (41)

- a) Recessus sacciformis
- b) ventraler Recessus
- c) dorsaler Recessus

Zur Stabilisierung des Ellenbogengelenkes in lateraler Richtung tragen also bei die ausgesprochene Knochenführung der *Articulatio humeroulnaris*, die Seitenbänder, die Gelenkkapsel in den Extremstellungen der Bewegung, wobei jeweils einmal vordere Kapselanteile, das andere Mal hintere angespannt sind, und schließlich auch die gekräftigte Muskulatur. Als Faktor der anteroposterioren Stabilität wirkt der Sektorwinkel der *Incisura trochlearis*. Nach FICK (41) beschreibt die Inzisur beim Erwachsenen einen Kreisbogen von ca. 180 Grad. Von ARTMANN und WIRTH (5) konnte anhand von Nachmessungen dieses Sektorwinkels eine physiologische Schwankungsbreite von 160 bis 190 Grad nachgewiesen werden, womit eine gute knöcherne Führung des Gelenkes gewährleistet war. Sie ist aber schlechter, wenn der Sektorwinkel abnimmt und damit auch die Verklammerung von Ulna und Trochlea humeri.

Die physiologische Bewegungsbreite des Ellenbogengelenkes in der Extensions-Flexions-Ebene beträgt etwa 140 Grad, die in der Pronations-Supinations-Ebene etwa 160 bis 180 Grad.

### 3.2. Gefäß- und Nervenverlauf

In dem von Epikondylus ulnaris und Olecranon gebildeten Sulcus verläuft als einziger großer Nervenstamm auf der Dorsalseite des Ellenbogengelenkes der N. ulnaris in Begleitung der A. collateralis ulnaris superior, wo er nach Spaltung der Faszie leicht auffindbar ist. Er tritt zwischen den beiden Köpfen des M. flexor carpi ulnaris in die Beugerloge des Unterarmes. Da am radialen Epikondylus größere Gefäße und Nerven fehlen, ist der operative Zugang von dorsal-lateral am ungefährlichsten (146).

Im lockeren Füllgewebe der Regio cubiti anterior sind in präformierten Muskelrinnen die wichtigsten Gefäße und Nerven der Ellenbeuge enthalten. Im Bereich des Sulcus cubitalis medialis verläuft das Gefäßnervenbündel des Oberarmes zwischen M. brachialis und M. biceps. Medial begleitet vom N. medianus verschwindet die A. brachialis mit ihren Venae comitantes unter der Aponeurose des M. biceps und teilt sich in zwei Äste: die radialwärts die Bicepssehne kreuzende A. radialis bleibt oberflächlich und folgt distal dem M. brachioradialis als Leitmuskel; die A. ulnaris hingegen wendet sich in der Tiefe nach ulnar und gibt unter dem M. pronator teres die A. interossea communis ab. Nachdem der N. medianus bereits in der Ellenbeuge mehrere Äste an die oberflächlichen Beuger abgegeben hat, durchbohrt er den M. pronator teres und verläßt die Ellenbeuge zwischen M. flexor digitorum superficialis und profundus.

Im Sulcus cubitalis lateralis zwischen M. brachioradialis und lateralem Bicepsrand betritt der N. radialis in Begleitung der A. collateralis radialis die Ellenbeuge. Nach Teilung in einen oberflächlichen und einen tiefen Ast folgt ersterer der A. radialis radialseitig. Der Ram. prof. durchbohrt den M. supinator und windet sich um das Radiusköpfchen zur Streckerloge des Unterarmes. In diesem Bereich um das Caput radii ist er sowohl bei Traumen als auch bei operativen Eingriffen besonders gefährdet.

#### 4. PATHOLOGISCHE ANATOMIE UND URSACHEN VON ELLENBOGEN- GELENKSSTEIFEN

Die Mehrzahl der Steifen des Ellenbogengelenkes läßt sich ursächlich auf traumatische, entzündlich-rheumatische und seltener infektiöse Prozesse zurückführen. PAYR (137), HACKENBROCH (56), BÜRKLE DE LA CAMP (18), WITT (185), WITT und JÄGER (186), MERLE D'AUBIGNÉ und KERBOUL (122) und ESTÈVE und MITARB. (39) haben sich eingehend mit den pathologisch-anatomischen Veränderungen bei Gelenksteifen beschäftigt, die immer durch eine Reihe pathologischer Umwandlungsprozesse an Knochen, Knorpel, Synovia, Kapsel-Band-Apparat und den periartikulären Elementen zustande kommen, deren morphologisches Substrat also extra- bzw. periartikulär oder intraartikulär wie auch in beiden Bereichen liegen kann. Nach einer bestimmten Entwicklungszeit befallen die Veränderungen mehrere Gelenkselemente, die daher in unterschiedlichem Grad an der Produktion und Aufrechterhaltung einer Steife zusammenwirken. Dennoch ist die Unterscheidung von extra- und intraartikulär bedingten Steifen von praktischer Bedeutung, weil rein extraartikulär erfolgende operative Eingriffe prognostisch günstiger verlaufen (175).

##### 4.1. Intraartikuläre Veränderungen

Die schwerste Alteration ist die knöcherne Ankylose, bei der der Gelenkspalt völlig knöchern durchgebaut ist und sich sogar eine gelenktypische Trabekelstruktur aus-

gebildet hat. Alle drei das Gelenk konstituierenden Gelenkkörper können beteiligt sein, genauso wie nur eine Teilankylose zwischen Humerus und Ulna oder im Radioulnargelenk bestehen kann. Die knöcherne Ankylose kann traumatisch bedingt sein als Folge schwerer Läsionen bei offenen Frakturen, infektiös nach Empyemen und vor allem auch entzündlich-rheumatisch bei der chronischen Polyarthrit im Steinbrocker-Stadium IV. Während die traumatisch bedingte knöcherne Ankylose an anderen Gelenken seltener auftritt, findet man sie gerade am Ellenbogengelenk häufiger (23). Gegenüber der akuten septischen Arthritis treten in der heutigen antibiotischen Ära schleichende Verläufe als Ursache in den Vordergrund (185). Verbrennungen können sowohl direkt durch eine penetrierende Entzündung als auch über eine metastatische septische Arthritis zur Mitreaktion des Gelenkes mit folgender knöcherner Versteifung führen (40).

Eine intraartikuläre Steife kann fibrös sein. Es liegen dann mehr oder weniger starke bindegewebige Verwachsungen im Gelenkbinnenraum und zwischen den Gelenkkörpern vor und es kommt zur Verklebung der Synovialzotten, zur Schrumpfung, Verödung und Verschwielung der ventralen und dorsalen Ergänzungsräume, der Kapsel-Recessus. Die Fossa olecrani und Fossa coronoidea sind mit derbem Schwielenewebe aufgefüllt. Die Gelenkflächen sind von bindegewebigem Pannus überzogen. Unter diesem Bindegewebspannus kommt nach dessen Entfernung oft mehr oder weniger gut erhaltener Gelenkknorpel zum Vorschein. Diese fibröse Steife findet sich traumatisch bedingt nach dem Kniegelenk am häufigsten am Ellenbogengelenk (100; 122; 185). Oft resultiert eine Ruhesteife nach unumgänglicher therapeutischer Ruhigstellung des Ellenbogengelenkes bei artikulären oder juxtaartikulären Frakturen. Die Inaktivität mit ihren Konsequenzen der Minderdurchblutung und der damit schlechteren Gewebeer-

nährung, der folglich Minderproduktion von Synovialflüssigkeit mit ihren Auswirkungen auf die Knorpelverhältnisse führt zu dystrophischen Veränderungen. "Das Gelenk braucht für sein Leben die Funktion." (A.N. WITT (185) ). Vor allem am wachsenden kindlichen Skelet werden sich diese Verhältnisse negativ auswirken (116). Die verminderte Blutversorgung führt zur Verminderung des Wachstums, weshalb Deformationen des Ellenbogengelenkes entstehen können. Bei ausgeprägtem Hämarthros, das ungenügend resorbiert wird, kann es ebenso zu Verwachsungen zwischen den Gelenkflächen kommen. Auf die Möglichkeit eines "sympathischen Reizergusses" bei periartikulären Entzündungsprozessen mit analogen Folgen für das Gelenk hat WITT (185) hingewiesen.

Eine dritte Ursache für intraartikuläre Gelenksteifen sind die Gelenksperren. Sie treten auf nach Frakturen, besonders nach in Fehlstellung verheilten Frakturen und Trümmerfrakturen des distalen Humerusendes durch Stufenbildung der Gelenkkörper, durch Inkongruenzen, durch überschüssige Kallusbildung und durch Interposition von Fragmenten (z.B. im Gelenkspalt verbackener Epikondylus ulnaris). Osteophytär-arthrotische Randwulstbildungen und Auflagerungen, Ossifikationen in den Fossae olecrani und coronoideae, hypertrophe Olecranonnasen und Processus coronoidei und destruierende Gelenkserkrankungen wie die chronische Polyarthrititis können ebenso für eine Sperre verantwortlich sein. Je länger solch knöchern bedingte Sperren bestehen, desto weniger sind sie durch ausschließliche Knochenoperationen zu beseitigen, weil das ganze Gelenk mit seinen Weichteilen in den Prozeß einbezogen ist. Diese Tatsache gilt vor allem auch für extraartikuläre Sperrsteifen (122).

Rotationseinschränkungen des Unterarmes beruhen meist auf in Fehlstellung verheilten Radiusköpfchenfrakturen (181; 186), die sekundär zur Schrumpfung der Membrana in-

terossea führen können. Brückenkallusbildungen zwischen Radius und Ulna sind seltener, treten vor allem bei konservativ behandelten Monteggia- und Unterarmfrakturen auf.

#### 4.2. Periartikuläre Veränderungen

Pathologische Veränderungen verschiedener anatomischer Strukturen kommen als periartikuläre Ursache für Gelenksteifen in Betracht, die, wenn sie rein weichteilbedingt sind, als Kontrakturen bezeichnet werden und an vorderster Stelle zu nennen sind. Entstehen können sie durch lokale Veränderungen nach periartikulären Entzündungen und nach Traumen, durch Fernwirkungen z.B. nach Schädel-Hirntraumen und Nervenläsionen und durch vegetative Entgleisungen wie beim Sudeck-Syndrom, das am Ellenbogengelenk jedoch seltener beobachtet wird (162). Die Kapsel spielt eine entscheidende Rolle. Sie kann fibrös verdickt, verschwielt und geschrumpft sein. Assoziiert treten oft Retraktionen und Sklerosierungen der Seitenbänder auf. Gerade nach Luxationen und Kapselbandläsionen weisen diese nicht selten Verkalkungen auf, die sich im Laufe der Zeit jedoch wieder rückzubilden vermögen und keine funktionelle Behinderung bedeuten müssen (39).

Atrophien, Schrumpfungsvorgänge, Fibrosierungen und Vernarbungen der Weichteile und mit ihren Verschiebeflächen verklebte Faszien, Sehnen und Muskeln tragen ihren Teil bei. Die geschrumpfte oberflächliche Faszie in der Ellenbeuge kann manchmal als entscheidendes Streckhindernis wirken. Kontrakturen des eingelenkigen M. brachialis treten klassischerweise gegenüber denen der zweigelenkigen Muskeln wie M. triceps und M. biceps in den Vordergrund (39; 77; 122;

79). Aber gerade bei Steifen in Extensionsstellung dominiert eine Verkürzung der Tricepssehne, die zusammen mit den hinteren Kapselteilen verklebt ist.

Periartikuläre Verkalkungen und Ossifikationen bieten einen häufigen Befund, ihr Erscheinungsbild ist äußerst polymorph. Kapseln, Muskeln, Ligamente und periartikuläres Bindegewebe können verknöchern oder Kalk einlagern. Es lassen sich ausgedehnte humero-ulnare Knochenbrücken, einfache lokalisierte Ossifikationen ohne Skeletverbindung, Exostosen, die in die Muskulatur vorragen und disseminierte kleine Verkalkungsherde unterscheiden, wobei letztere oft nach Massagen und forcierter Mobilisation am Ellenbogengelenk auftreten. Klassische Vorläufer für periartikuläre Verkalkungsprozesse sind schwere Traumen mit Gewebsnekrose, Hämatom und Periostabhebung (159). Vor allem Verbrennungen führen zu den verschiedensten Formen (40; 95). Gerade am Ellenbogengelenk kennt man die charakteristischen Verknöcherungsprozesse der Myositis ossificans localisata, die entweder lokaltraumatisch, entzündlich oder neurogen z.B. nach Apallischem Syndrom bei Schädel-Hirntrauma bedingt ist (120; 145). Der M. brachialis ist einer der bevorzugt zur Verknöcherung neigenden Muskeln (116; 145).

Schließlich können Hindernisse der Beweglichkeit durch Schrumpfung und Indurationen der Haut mit Elastizitätsverlust begründet sein. Es seien hier Hautnarben nach operativen Eingriffen, nach fistelnden Osteomyelitiden, Verbrennungskeloide und -narben genannt, die zu Verklebung mit der oberflächlichen Faszie oder mit den knöchernen Strukturen führen können.

Selten stellen sich bei extremen Flexionskontrakturen geschrumpfte und durch periartikuläre Verwachsungen eingeschnürte Gefäße und Nerven der Ellenbeuge als nahezu un-

überwindliches Hindernis dar (39; 79; 122). Öfter hingegen kann der N. ulnaris in seinem Sulcus bindegewebig verbacken oder auch knöchern ummauert sein, was eine Neurolyse mit Ventralverlagerung des Nerven nötig macht.

#### 4.3. Iatrogenität der Gelenksteifen

Einen nicht geringen Beitrag gerade zu posttraumatischen Einsteifungen des Ellenbogengelenkes leisten nach BLAUTH und HEPP (12), HEPP und HASSELMANN (70) und MATZEN (121) auch vermeidbare iatrogene Schädigungen. Besonders bei Kindern (65; 182), bei denen die Knochenkerne in ihrer Entwicklung noch eine erhebliche Variationsbreite zeigen, ergeben sich vor allem bei banalen Verletzungen häufig diagnostische Irrtümer, wenn z.B. Kondylen- und Epikondylenabrisse verkannt werden. Daraus resultieren dann Indikationsfehler und therapeutische Fehlleistungen. Zudem wird nach Ellenbogengelenksverletzungen noch häufig zu forciert mit passiven, gewaltsamen Bewegungsübungen und Massagen mobilisiert, die dann ausgeprägte Weichteilverkalkungen nach sich ziehen und statt zunehmender Beweglichkeit eine zunehmende Kontraktur erreicht wird.

Sollte man bei Frakturen durch konservative Therapie nicht die gewünschte Reposition erzielen, darf man mit einer übungsstabilen Osteosynthese nicht zögern, um Fehlstellungen und präarthrotische Deformitäten zu vermeiden. Mangelhafte Osteosynthesen hingegen wirken gerade wieder als pathogenetisches Element der Einsteifung (12). Als schlechteste Lösung bezeichnet MORSCHER (126) die Kombination von nicht verlässlicher Osteosynthese bei trans- und vor allem intrakondylären Frakturen und deshalb erfolgreicher mehrwöchiger Gipsruhigstellung mit womöglich noch anschließender

passiver Mobilisierung. Diese muß, weil die Fraktur noch nicht fest konsolidiert ist, sich aber schon gleichzeitig intraartikuläre Verklebungen gebildet haben, statt zu Bewegung im Gelenk zu Bewegungen im Frakturgebiet und damit zur Pseudarthrose führen. Deshalb sind praktisch alle Pseudarthrosen mit einer Kontraktur des Ellenbogengelenkes vergesellschaftet, was auch von MATZEN (121) bestätigt wird. In den Fällen, wo man sich wegen Gelenkstrümmerbrüchen mit einer nicht übungsstabilen Adaptionsosteosynthese mit Kirschner-Drähten zufrieden geben muß, schlagen KLEMS und WEIGERT (92) und BARTSCH (8) einen zweizeitigen Weg ein: zuerst die Adaptionsosteosynthese mit Gipsimmobilisation und nach erfolgter Frakturheilung, während der es meist zur Verlötung von Gelenkkörpern und Kapseln gekommen ist, die Arthrolyse. Dadurch läßt sich die oben beschriebene Pseudarthrosenbildung weitgehend vermeiden.

## 5. UNTERSUCHUNG DER GELENKSTEIFEN

Eine exakte klinische und röntgenologische Untersuchung, die alle mit gelenkmobilisierenden Maßnahmen befaßten Autoren fordern, hat zum Ziel, Ätiologie und Pathogenese, Ausmaß und Art der Bewegungseinschränkung des Ellenbogengelenkes zu klären, um eine individuell auf den Einzelfall zugeschnittene operative Strategie entwickeln zu können, die alle pathologisch-anatomischen Veränderungen in ihrem vorliegenden Maße berücksichtigt und so das weitere Vorgehen hinsichtlich der Wahl des Eingriffes - Arthrolyse oder Arthroplastik - und des operativen Zugangsweges entsprechend den Haupthindernissen bestimmt.

### 5.1. Klinische Untersuchung

Die klinische Untersuchung beginnt mit Anamneseerhebung und Inspektion, die bereits zur ätiologischen und pathogenetischen Klärung der Gelenksteife beitragen können und damit auch einen ersten Anhalt über die zu erwartenden pathologischen Veränderungen geben. An Traumen wird sich der Patient zumeist leicht zurückerinnern. Zu erfragen sind dann aber genau der Zeitpunkt des Traumas und die Dauer der bestehenden Steife, die eine prognostische Aussage hinsichtlich des mobilisierenden Eingriffes gestattet (13; 25; 39; 85). Bei infektiöser Genese ist der Verlauf des Krankheitsprozesses zu eruieren: Ein akuter Prozeß mit plötzlicher Infiltration und hohen Temperaturen spricht für eine pyogene Infektion; eine septisch metastatisch bedingte Ankylose

als Folge einer Allgemeininfektion läßt auf den Erreger schließen; multiple Narben und dem Knochen adhärente Hautpartien lassen bereits eine Ellenbogengelenksosteomyelitis vermuten; ein langsamer Beginn und schleichender Verlauf der Gelenksaffektion mit ausgeprägter Atrophie der betroffenen Extremität findet sich bei tuberkulöser Gelenksteife; die chronische Polyarthrits zeichnet sich durch ihren schubweisen Verlauf mit polyartikulärem Befall aus (23). Charakteristisch ist auch das Zusammentreffen von Schädel-Hirntraumen und nachfolgender Ellenbogengelenksteife, die dann wohl durch eine Myositis ossificans neurotica bedingt ist.

Auf trophische Veränderungen der Haut, besonders auf Spannungszustände von Narben ist zu achten, genauso auf floride Dystrophien (Morbus Sudeck), Reizzustände und Entzündungszeichen im Bereich des Ellenbogengelenkes (örtlicher Befund, Hautfarbe, Temperatur, Druckschmerzhaftigkeit, Blutbild, BSG).

Liegen korrekturbedürftige Achsenfehlstellungen oder Pseudarthrosen vor, sollten sie nach MORSCHER (126) und BLAUTH und HEPP (13) am besten vor einem mobilisierenden Eingriff beseitigt werden, während MERLE D'AUBIGNÉ und KERBOUL (122) sich für ein einzelntiges Vorgehen aussprechen.

Bei der Palpation werden Kallusmassen und verschiedene knöcherne Prominzen orientierend identifiziert und zueinander in Beziehung gesetzt. Ebenso werden Weichteilver-schwiellungen getastet. Palpatorisch vorhandene Gelenkergüsse soll man nach PAYR (132) punktieren und das Punktat einer exakten Untersuchung unterziehen, um entzündliche Prozesse auszuschließen.

Von entscheidender Bedeutung ist im weiteren Verlauf der Untersuchung eine genaue gelenkmechanische Funktions-

diagnostik (53), die immer die Leistung des Erfolgsorganes, der Hand, im Auge behalten muß und die Beurteilung des aktiven Bewegungsapparates (132). Das Ausmaß der Ellenbogengelenkssteife beurteilt man nach der Neutral-Null-Methode (Abb. 5). Da an der funktionellen Behinderung auch die an-

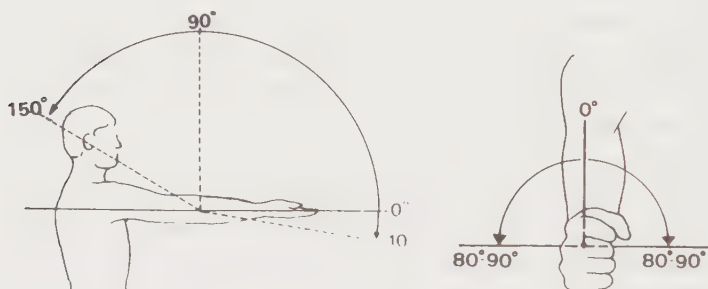


Abb. 5: Beweglichkeitsmessung nach der Neutral-Null-Methode am Ellenbogengelenk (32)

grenzenden Gelenke der "Gliederkette Arm" beteiligt sein können, soll auch deren Beweglichkeit beachtet werden. Mit vorsichtigen und wiederholten passiv durchgeführten Bewegungsversuchen bestimmt man die Art der Bewegungseinschränkung und des Anschlags. Betrifft der Bewegungsverlust sowohl Extension als auch Flexion, so läßt das eher auf eine intraartikuläre Ursache schließen. Sind vornehmlich Extension oder Flexion betroffen, weist dies mehr auf extraartikulär gelegene Hindernisse hin (181). Rotationsbeschränkungen lassen im allgemeinen eine intraartikuläre Ursache vermuten. Ein völlig unbewegliches Gelenk spricht für eine knöcherne Ankylose, wiewohl in seltenen Fällen auch knö-

cherne extraartikulär gelegene Umklammerungsprozesse eine vollständige Versteifung bewirken können (122). Eine geringe federnde Wackelbeweglichkeit läßt eine feste fibröse Steife ahnen. Ein harter Anschlag einer vorhandenen Restbeweglichkeit spricht für ein knöchernes Hindernis, ein federnd elastischer für weichteilbedingte Veränderungen (181). Bei einer Kontraktur des M. biceps kann dessen Sehne als ein sich weiterer Streckung widersetztender Strang in der Ellenbeuge getastet werden.

Festzuhalten ist auch der Gebrauchswert des betroffenen Armes und in welchem Maße der Patient an seinen Zustand adaptiert ist. Am besten prüft man hierzu ganze Funktionsabläufe wie auch orientierende "Griffe" (Nasengriff, Nackengriff, Schürzengriff). BLAUTH und HEPP (12) führen eigens beschäftigungstherapeutische Tests durch, um den Grad der Behinderung und die Anpassung daran genauer präzisieren zu können. Sowohl für Alltagsbewegungen als auch für verschiedene Berufsbewegungen hat HERZOG (72) die entsprechenden Exkursionen des Ellenbogengelenkes bei unterschiedlichen Bewegungsabläufen angegeben (Tab. 2).

| <u>Bewegungsablauf:</u>   | <u>Ext./Flex.</u> | <u>Pro./Sup.</u> |
|---------------------------|-------------------|------------------|
| Hände waschen             | 0- 55- 90         | 40- 0-85         |
| Gesicht waschen           | 0-110-130         | 55- 0-80         |
| Haar bürsten u. kämmen    | 0-120-130         | 25- 0-30         |
| Essen mit Löffel          | 0- 70-125         | 0- 5-20          |
| Essen mit Gabel u. Messer | 0- 65- 95         | 25-15- 0         |
| Schreiben am Schreibtisch | 0- 75-110         | 20- 0-45         |

Tab. 2: Beispiele von Bewegungsabläufen des rechten Ellenbogengelenkes mit den entsprechenden Bewegungssektoren (72)

Der Zustand des aktiven Bewegungsapparates wird gut erfaßt durch vergleichende Umfangmessungen der oberen Extremität an standardisierten Meßpunkten (32). Muskelatrophien können so exakt beurteilt werden. Der Patient wird aufgefordert die das Gelenk bewegenden Muskeln anzuspannen. Sodann befühlt man die Streifung des Muskelbauches. Bei bekannten oder vermuteten Nervenläsionen sollte sich eine Erregbarkeitsprüfung anschließen (132). Die Elektromyographie stellt die empfindlichste Methode zur Erfassung des Schweregrades der Denervation und einer möglichen Reinnervation dar. Eine gelähmte Gliedmaße schließt jegliche Mobilisierung aus (132).

Sensibilitätsstörungen und Durchblutungsstörungen sind sicherzustellen oder auszuschließen. Als ein nahezu unüberwindliches Hindernis für einen mobilisierenden Eingriff ist das Sistieren des Radialispulses und das Blaßwerden der Finger bei einem Streckungsversuch im Ellenbogengelenk zu werten.

Weitere wichtige diagnostische Kriterien, die die Indikationsstellung zur Operation wesentlich beeinflussen, sind: Allgemeinzustand, Alter und Beruf des Patienten, Motivation und psychisches Verhalten. Kindern mangelt es oft an genügender Einsichtsfähigkeit. Schwerarbeitern ist oft besser mit einem vollständig stabilen, aber steifen als mit einem beweglichen, aber kraftlosen Gelenk geholfen. Zu prüfen ist die Einstellung zu den nach der Operation zu erwartenden funktionellen und psychischen Umstellungen. Patienten mit Rentenbegehren eignen sich schlecht für wiederherstellende Operationen (110; 132). Eigenschaften wie Intellekt, Willenskraft, Arbeits- und Schaffenslust, Geduld, Einsichtigkeit, Aktivität oder Passivität müssen unbedingt erfaßt werden.

## 5.2. Röntgenologische Untersuchung

Der Hauptteil der pathologisch-anatomischen Diagnose kommt der unerläßlichen röntgenologischen Untersuchung des Ellenbogengelenkes zu. Allein die Standardaufnahmen im lateralen und antero-posterioren Strahlengang, die immer im Seitenvergleich zu fordern sind, bestimmen exakt Position und Beziehung der das Gelenk konstituierenden Knochen zueinander und lassen sowohl Veränderungen innerhalb des Gelenkes als auch im angrenzenden Bereich feststellen. Genau so lassen sie den Charakter der Knochenstruktur erkennen. Als abnorme knöcherne Struktur findet sich alter, dichter, eburnisierter Knochen (z.B. nach Osteomyelitis), der minderwertiges Knochengewebe darstellt und keine günstige Basis für eine Arthroplastik bildet (20). Eine Verminderung des Kalksalzgehaltes (Osteoporose), die sich als gleichmäßig verminderte, rarefizierte Knochenstruktur äußert, ist analog zu bewerten. Beim floriden Morbus Sudeck hingegen ist eine fleckförmige Verminderung der Knochendichte charakteristisch. Zu achten ist auch auf Veränderungen der inneren Struktur des Knochens wie z.B. der Bildung eines zentralen Markkanals, der das ankylotische Gelenk überbrückt (23; 178). Bei kindlichen Ankylosen müssen die Epiphysenfugen auf ihr Geschlossensein hin überprüft werden.

Von primärer Bedeutung ist die Frage der Beteiligung des Gelenkes und der Beschaffenheit und Weite des Gelenkspaltes. Eine knöcherne Ankylose kann leicht von anderen Formen der Gelenksteife differenziert werden: der Gelenkspalt ist in seiner ganzen Länge oder partiell aufgehoben und knöchern durchbaut. Bei traumatisch bedingter Ankylose zeigt das Röntgenbild oft unregelmäßige Kallusbildung und das Vorliegen einer früheren Fraktur. Resultiert eine Ankylose aus einer akuten pyogenen Infektion, so sind die Ver-

änderungen auf die Gelenkflächen und den unmittelbar angrenzenden Knochen begrenzt. Gleichzeitig mit der knöchernen Vereinigung der Gelenkkörper und einem Dichtezuwachs unterhalb der Gelenkflächen entsteht eine allmähliche Zunahme der Knochendichte und Kondensation des spongiösen Knochens, welche das Gelenk in der Röntgenaufnahme besonders kontrastreich erscheinen lassen.

Im Gegensatz zu den mehr lokalisierten Veränderungen bei akuten pyogenen Infektionen breitet sich bei Osteomyelitis der Prozeß diffus über das Gelenk und teilweise oder auch vollständig in die Knochenschäfte aus. Charakteristisch ist hier eine starke Hypertrophie der Knochenenden und Diaphysen mit betonter Dichtezunahme.

Die tuberkulöse Gelenksteife zeigt selten einen knöchernen Durchbau, vielmehr finden sich hier irreguläre Aufhellungszonen von destruierten Bezirken (20).

Verschmälerung des Gelenkspaltes, verwaschene Gelenkspaltzeichnung, Irregularitäten, Verdrehung oder komplette Verwerfung der Gelenkkörper, alte deform verheilte intraartikuläre Frakturen, Knochendefekte und knöcherne Interponate im Gelenkraum (z.B. ein im Gelenkspalt inkarzierter Epikondylus ulnaris) belegen eine intraartikuläre Ursache der Steife. Zeigt sich hingegen ein röntgenologisch normaler Gelenkspalt, so sind die Hindernisse der Beweglichkeit in juxtaartikulären Bereichen zu suchen: Kallusmassen, Unregelmäßigkeiten und Vorsprünge nahe den Gelenkflächen, Spornbildungen und Exostosen, Ossifikationen der Weichteile, Verkalkungen von Kapseln und Bändern. Um knöchern sperrende Anteile besser zu beurteilen, können Funktionsaufnahmen in den Extremstellungen der Restbeweglichkeit angefertigt werden.

Bei Vorliegen einer Myositis ossificans dient die

Röntgenaufnahme erstens der Zuordnung der Verknöcherung zum entsprechenden Muskel und zweitens kann das röntgenologische Stadium des Krankheitsprozesses beurteilt werden. Vor dem Stadium der Ausreifung des Muskelknochens sollten wegen des großen Rezidivrisikos keine Eingriffe erwogen werden (145).

Zusätzliche differente Maßnahmen zur exakten Lokalisation unklarer Befunde sind Tomogramme, stereoskopische Aufnahmen und Arthrographien. Die Indikation zur Arthrographie sollte nach HAAGE und FISCHEDICK (52) und W. WIRTH (183) nicht zu eng gestellt werden. Sie liefert wesentliche zusätzliche Informationen zur Feststellung des Ausmaßes intraartikulärer Verwachsungen, zum Nachweis einer Kapselfibrose mit Kapselschrumpfung (im Arthrogramm verkleinerte Recessus und frühzeitiger Schmerz bei Luftinsufflation) und zur Klärung der Lagebeziehungen paraartikulärer Verkalkungen und von Knochenaustrissen zur Kapsel, was nicht selten differentialdiagnostische Schwierigkeiten bereitet. BLAUTH und HEPP (12; 13) führen vor Arthrolysen systematisch eine Arthrographie durch.

Trotz aller differenter diagnostischer Verfahren kann die Entscheidung, ob nun eine Arthrolyse genügt oder schon eine Teilarthroplastik oder sogar Arthroplastik durchzuführen ist, manchmal letztlich erst intraoperativ bei direkter Begutachtung der Veränderungen getroffen werden (12; 39; 58; 175).

## 6. KONSERVATIVE THERAPIE

Die wichtigste Maßnahme bei Gelenksteifen ist die Prophylaxe, was HACKENBROCH (53), BÜCKLE DE LA CAMP (18), WITT (185), WITT und JÄGER (186) und andere immer betonen. Die Ruhigstellung nach Traumen oder Entzündungen muß auf das kürzeste Maß beschränkt sein, jedoch darf auch die Aufnahme von Bewegungen nicht zu frühzeitig erfolgen, bevor die akute Reizphase des Gelenkes abgeklungen ist. Besonders wertvoll erweist sich hierbei das Prinzip der frühzeitigen Übungsstabilität nach operativ versorgten Frakturen durch Osteosynthese nach AO.

Trotz aller therapeutischen Bemühungen lassen sich Ellenbogengelenksversteifungen verschiedener Ausprägungsgrade dennoch oft nicht verhindern. Hier setzt dann in geeigneten Fällen zuerst einmal, einer therapeutischen "Stufenleiter" im Sinne M. HACKENBROCHS (53) folgend, die konservative Mobilisierungsbehandlung ein, die von vorneherein Ankylosen und feste fibröse Gelenksteifen genauso wie knöchernen Anschlagssperren ausschließen muß. Leichtere Formen der Bewegungseinschränkung stehen der krankengymnastischen Übungsbehandlung offen, wobei nach WITT (185) gerade die aktiven Übungen betont werden sollten. Bei passiven Übungen - nur unter der kompetenten Leitung einer erfahrenen Krankengymnastin - besteht immer die Gefahr des Übertreibens und des zu forcierten Vorgehens, was den Zustand noch verschlechtern kann. Als nächst höhere Stufe folgen die passiven Dauerzüge nach F. LANGE (98), bei denen mit hinsichtlich der Schmerzgrenze unterschwelligen Gewichten auf lange Zeit hin eine Dehnung der geschrumpften Weichtei-

le versucht wird. Als Verfeinerung dieses Prinzips des dosierten unterschwelligen Zuges bewährt sich besser der exakt angelegte Thorax-Arm-Quengelgips, der abwechselnde Quengelungen im Sinne von Beugung und Streckung zuläßt. Anstatt des Gipsverbandes kann auch eine abnehmbare Quengelschiene verwendet werden (Abb. 6). Schließlich sei noch die Etappen- oder Umstellgipsbehandlung angeführt, die bei Zwangsstellungen wie z.B. Beugekontrakturen zum Erfolg führen kann.



Abb. 6: Quengelschiene nach SCHEDE für  
das Ellenbogengelenk (121)

Die früher geübte gewaltsame Mobilisation, das "Brise-ment forcé", geriet bald in Mißkredit wegen der vielfältigen Komplikationsmöglichkeiten wie Aufflammen lokaler Infektionen, Refrakturierung, Muskel-Sehnen-Abrisse, Schädigung peripherer Nerven und wird seit langem gänzlich abgelehnt (13; 18; 27; 53; 137; 185). Empfohlen wird dagegen von BLAUTH und HEPP (13) und HELBIG und VON TÖRNE (67) unter günstigen Voraussetzungen die vorsichtige, gefühlvolle

und mit dosierter Kraft vorgenommene Mobilisation eines Gelenkes in Narkose, das "modellierende Brisement", dessen Durchführung auch HOPF und ARCQ (79) und WITT (185) in ausgewählten Fällen für berechtigt halten.

Je ausgeprägter aber der Schweregrad einer Gelenksteife ist bzw. je länger sie besteht, desto weniger werden alle genannten Maßnahmen zum gewünschten Ziel führen, weil das einmal erreichte Bewegungsausmaß schwer gehalten werden kann und entweder Streckung auf Kosten der Beugung oder umgekehrt verloren geht. An diesem Punkt öffnet sich um so mehr der Indikationsbereich für eine operative Behandlung.

|                                              | ESTÈVE u. Mitarb.<br>(abs. = rel.) | BALAY u. Mitarb.<br>(abs. = rel.) |
|----------------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|
| Anzahl der<br>Ellenbogengelenks-<br>traumen  | 684 = 100%                         | 330 = 100%                        |
| Anteil der<br>Steifen nach<br>Primärtherapie | 83 = 12%                           | 68 = 20,6%                        |
| konservative<br>Therapie                     | 57 = 8%                            | 37 = 11,2%                        |
| operative<br>Therapie                        | 26 = 4%                            | 31 = 9,4%                         |

Tab. 3: Häufigkeit von Steifen des Ellenbogengelenkes nach Trauma, von konservativer und operativer Therapie

Nach Angaben von F. LANGE (97) aus dem Jahre 1917 führte in 83% der Fälle von Patienten mit Gelenksteifen

eine konservative Behandlung zum Ziel, während die restlichen 17% der operativ mobilisierenden Therapie bedurften. Neuere Zahlen bezüglich der Frequenz von Gelenksteifen des Ellenbogengelenkes nach Trauma und deren Therapiebedürftigkeit durch Arthrolyse bzw. Arthroplastik finden sich bei ESTÈVE und Mitarb. (39) und bei BALAY und Mitarb. (6) (Tab. 3). Je nach Autor wurde bei 33 bzw. 45% der Patienten mit Ellenbogengelenkssteife nach Trauma eine operative Behandlung in Form von Arthrolyse bzw. Arthroplastik durchgeführt.

## 7. OPERATIVE THERAPIE DURCH ARTHROLYSE UND ARTHROPLASTIK

### 7.1. Voraussetzungen, Indikationen, Kontraindikationen

Die Indikationsstellung zum mobilisierenden Eingriff unterliegt zahlreichen individuellen Schwankungen (100). Von erheblicher Bedeutung ist deshalb das Wissen um deren Voraussetzungen und Einschränkungen. Ist die Indikation einmal prinzipiell festgelegt (siehe unten), stellt sich die Frage der Wahl des richtigen Verfahrens: Arthrolyse oder Arthroplastik? Entscheidungsgrundlage hierfür ist eine exakte klinische und röntgenologische Diagnostik unter Beachtung des pathologisch-anatomischen Zustandes des Gelenkes und des Qualitätszustandes der das Gelenk konstituierenden Gewebe (vgl. Kap. 5). Den Ausschlag zur Wahl des Eingriffes gibt dabei nicht das Ausmaß einer möglicherweise vorhandenen Restbeweglichkeit, sondern das Röntgenbild (58). Klare Ausgangsbefunde für eine Arthroplastik sind Ankylosen und umfangreiche Zerstörung und Deformierung von Gelenkbereichen. Die Arthrolyse andererseits setzt dort ein, wo der röntgenologische Gelenkspalt und die Gelenkform noch weitgehend erhalten sind und keine gröberen Unregelmäßigkeiten aufweisen. Anatomische Vorbedingung ist die größtmögliche Integrität des Gelenkknorpels. Aber auch ein stärker verschmälelter röntgenologischer Gelenkspalt mit Deformierungen und unscharfer Konturierung verbietet formell nicht die Durchführung einer Arthrolyse, ist jedoch mit einer Verschlechterung der Prognose verbunden (25; 55; 122). An diesem Punkt sind die Grenzen der Arthrolyse erreicht und das Röntgenbild allein kann nicht mehr den Ausschlag geben. Die Wahl des Verfahrens wird dann vor allem von der

persönlichen Erfahrung des Operateurs und vom Befund der intraoperativen Inspektion der Gelenkflächen abhängen, wobei stärkere Usurierungen, Knorpelunebenheiten aufgrund von Veränderungen der knöchernen Grundlage des Knorpels und größere Knorpeldefekte schon eher für eine Arthroplastik sprechen (55). Entscheidend getrübt wird die Prognose einer Arthrolyse nach HACKENBROCH (58) durch eine Eröffnung der Markhöhle nach Aussprengung eines Stückes aus der hyalinen Knorpeldecke mit subkortikalem Knochen.

Schließlich muß noch generell aufgrund der unterschiedlichen biologischen Wertigkeit beider Verfahren die Indikation zur Arthroplastik (höhere Ansprüche an das körpereigene Regenerationsvermögen, Verkürzung der Hebelarme usw.) strenger gestellt werden. Sie beginnt dort, wo sich eine Arthrolyse unter keinen Umständen mehr ausführen läßt oder nach vorangegangener mißlungener Arthrolyse (39; 122). Die Indikation zur Arthroplastik engt sich bei infektiös bedingten Gelenksteifen nochmals ein, weil diese gegenüber rein traumatisch bedingten Steifen eine primär schlechtere Prognose haben (57; 119).

Wann ist nun prinzipiell eine wiederherstellende Operation am Ellenbogengelenk angezeigt? Vier Kriterien, auf die zahlreiche Autoren besonders hinweisen (12; 39; 57; 79; 122; 144), scheinen wesentlich:

1. Es muß ein erheblicher, behindernder Funktionsverlust des Ellenbogengelenkes für das tägliche und/oder berufliche Leben vorliegen.
2. Konservative Maßnahmen müssen ausgeschöpft sein, sind bereits gescheitert oder versprechen grundsätzlich keinen Erfolg (z. B. bei Ankylosen).
3. Die Gelenksteife muß bereits längere Zeit bestehen, um eine spontane Erholung geschädigter Strukturen ausschließen zu können.

4. Pathologische Veränderungen müssen ihrem Sitz und ihrer Ausdehnung nach noch beseitigt werden können und man muß eine Erholung der geschädigten Strukturen erwarten dürfen.

Eine erhebliche funktionelle Behinderung des Ellenbogengelenkes liegt dann vor, wenn die Hand als Erfolgsorgan nur noch unzureichend für alltägliche Bewegungen eingesetzt werden kann. Oft spielt das verbliebene Bewegungsausmaß eine weniger große Rolle als der Bereich, welcher von der Einschränkung betroffen ist. Hierzu ist es gut zu wissen, daß der am meisten benutzte Bewegungsbereich des Ellenbogengelenkes zwischen  $65^{\circ}$  und  $90^{\circ}$  (Neutral-0-Methode) liegt, daß die volle Streckstellung nur bei verhältnismäßig wenigen Bewegungsabläufen benötigt wird (72), daß jedes Plus an Beugung über  $90^{\circ}$  von erheblicher Bedeutung ist (18; 53) und daß eine Supinationsbehinderung nicht die gleiche Wertigkeit hat wie eine solche der Pronation (17). Vor allem für zahlreiche Alltagsbewegungen benötigt man eine Beugefähigkeit von  $120^{\circ}$  bis  $130^{\circ}$  (72). Der funktionell wertvolle Sektor der Beuge-Streckfähigkeit wird von mehreren Autoren mit  $0^{\circ}/50^{\circ}$ -  $60^{\circ}/110^{\circ}$ -  $120^{\circ}$  angegeben (6; 17; 55; 79; 144). An Pronation sollen aus der Nullstellung wenigstens  $20^{\circ}$  erreicht werden können (17). Aus diesen Daten ergibt sich, daß eine operative Mobilisierung nur vorgenommen werden sollte, wenn die angegebenen Sektorgrenzen der Beugung und/oder Streckung unterschritten werden. Die Ausnahme von dieser Regel ergibt sich aus dem Bedürfnis nach speziellen Berufsbewegungen.

Eine absolute Indikation zum Eingriff besteht bei beidseitiger totaler Steife der Ellenbogengelenke, bei beidseitiger Versteifung mit Restbeweglichkeit im funktionell ungünstigen Sektor und beim Armamputierten, wenn das Ellenbogengelenk des erhaltenen Armes versteift ist (39; 116; 121; 122). Einseitige Steifen stellen eine relative

Indikation dar. Viel eher wird man sich auch zum Eingriff entschließen, wenn bei einseitiger Ellenbogengelenkssteife gleichzeitig Schulter- und Handgelenk versteift sind, da in diesem Fall kompensatorische Bewegungen der angrenzenden Gelenke wegfallen und die Behinderung um so stärker ist (39; 49; 80; 90; 116; 144). Solche Zustände werden häufig bei der cP, aber auch bei längerdauernder Ruhigstellung des Schultergelenkes gesehen. Auch einseitige Gelenksteifen des Gebrauchsarmes in Extensionsstellung stellen eine große Behinderung dar und sollten mobilisiert werden. Eines eher abwägenden Verhaltens bedürfen dagegen die einseitigen Gelenksteifen in guter Funktionsstellung, an die der Patient gut angepaßt ist, vor allem dann, wenn es sich um einen Schwerarbeiter handelt und eine Arthroplastik nötig ist. Vorsicht ist geboten bei Gelenksteifen in starker Beugestellung, weil der Gewinn an Extensionsfähigkeit meist mit einem Verlust an Flexion einhergeht (39). Ein Eingriff bei Minimalsteifen, die einen geringergradigen Extensionsdefizit betreffen, wird wegen des erhöhten Risikos einer Verschlechterung vielfach abgelehnt (6; 25; 39; 122).

Der Zeitpunkt des operativen Eingreifens hängt vom Alter des Patienten und von der Ursache der Bewegungseinschränkung ab. Bei Erwachsenen sollen posttraumatische Gelenksteifen des Ellenbogengelenkes etwa 6 Monate bestanden haben (6; 12; 79), zumindest aber soll eine erfolglose konservative Behandlung von 3 Monaten stattgefunden haben (39). Nur wenn abgerissene oder interponierte Fragmente die Gelenksteife mitverursachen, operieren BLAUTH und HEPP (12) relativ frühzeitig. Bei jüngeren Kindern hingegen soll man bei der Arthrolyse einer posttraumatischen Steife nach BLAUTH und HEPP (12) mindestens 1 Jahr, nach ESTÈVE u. Mitarb. (39) etwa 2 Jahre, nach HOPF und ARCQ (79) 2 bis 3 Jahre und nach J. und H. JUDET (85) mindestens 3 Jahre zuwarten, weil sich im kindlichen Alter oft noch nach länge-

rer Zeit unter Mithilfe des Wachstums eine spontane Erholung geschädigter Strukturen einstellt. Im übrigen sollte bei Kindern wegen der möglicherweise mangelnden Einsichtsfähigkeit und Mitarbeit bei der Nachbehandlung und wegen der Tendenz zur überschießenden Knochen- und Bindegewebsproliferation die Indikation zur Arthrolyse oder Arthroplastik ohnehin besonders streng gestellt werden (23; 39; 89; 100; 119; 132; 140). Speziell bei der Arthroplastik ergibt sich die Gefahr der Verletzung noch nicht geschlossener Epiphysenfugen mit nachfolgenden Wachstumsstörungen. Einige Autoren legen als Mindestalter 15 Jahre fest (24; 90; 91). Bei infektiös-entzündlichen Gelenksteifen muß nach Ausheilung des entzündlichen Prozesses ein genügend langes symptomfreies Intervall - etwa 1 Jahr - vergangen sein (2; 12; 119; 186). Nur bei der chronischen Polyarthrititis darf eine Arthroplastik bei kompletter Destruktion der Gelenkflächen auch im aktiven Stadium der Entzündung durchgeführt werden (35; 49; 80; 90; 124; 141; 147).

Als günstigstes Lebensalter für wiederherstellende Operationen des Ellenbogengelenkes wird zumeist die Altersspanne zwischen dem 20. und 50. Lebensjahr angegeben. Im allgemeinen eignen sich jugendliche und schaffenslustige, energiereiche Patienten mittleren Alters mit Zukunftsperspektive, ausgeheilter Grundkrankheit und gutem Allgemeinzustand am besten (12; 110; 132). Im Gegensatz zu Autoren, die eine altersmäßige Höchstgrenze für Arthrolyse und Arthroplastik festlegen (2; 8; 25; 100; 119; 132), befürworten LUTHER und SCHULITZ (116), ESTÈVE u. Mitarb. (39) und BLAUTH und HEPP (13) bei günstigen Erfolgsaussichten auch eine Arthrolyse im 6. und 7. Lebensjahrzehnt.

Um das Ziel des operativen Eingriffs - die funktionelle Wiederherstellung des Ellenbogengelenkes - zu erreichen, müssen folgende weitere wichtige Voraussetzungen erfüllt

sein:

1. Die Patienten müssen motiviert, kooperativ, geduldig, einsichtig und einigermaßen intelligent sein. Sie sollen in jedem Fall ein bewegliches Gelenk wünschen und einer Mobilisierung nie indifferent gegenüberstehen (12).
2. Das Gelenk muß reizlos und frei von Entzündungszeichen sein (Ausnahme: Arthroplastik bei cP). Eine ruhende Infektion ist auszuschließen. Bei Unklarheit sind entzündungsprovozierende Maßnahmen durchzuführen (113).
3. Die Muskulatur muß gut erhalten sein und eine muskuläre Führung des Gelenkes erlauben. Bei stärkerer Atrophie muß die Muskulatur vor dem Eingriff auftrainiert werden (13).
4. Eine unversehrte, trophisch ungestörte, gut verschiebbliche Hautbedeckung ist zu fordern. Schlechte Narbenverhältnisse machen in einer Voroperation eine Narbenexzision oder bei ausgedehnteren Narbenplatten eine Hauttransplantation in Form von freien Transplantaten oder als Rundstiel- und Wanderlappenplastiken notwendig (2; 13; 58; 100; 116; 123).
5. Alle Berufe sind geeignet, die keine körperliche Schwerarbeit erfordern (gilt vor allem für die Arthroplastik).
6. Floride dystrophische Syndrome wie der Morbus Sudeck müssen ausgeschlossen werden. Alle Reizerscheinungen müssen vor dem Eingriff abgeklungen sein (12; 144).
7. Bei Myositis ossificans und paraartikulären Ossifikationen muß der Eingriff wegen der großen Rezidivhäufigkeit so lange aufgeschoben werden, bis das Stadium des ausgereiften Knochens vorliegt (12; 39; 122; 145; 186).
8. Für die Arthroplastik muß eine ausreichend normale Knochenstruktur vorliegen. Ausgeprägte Osteoporose und eburnisierter, dichter Knochen machen eine Modellierung schwierig.

Eine Kontraindikation für Arthrolyse oder Arthroplastik liegt vor bei:

- irreparablen Muskelschäden u. -atrophien;
- akuter Entzündung und ruhender Infektion;
- unkooperativen, willensschwachen Patienten mit Rentenbegehren;
- spastischen und schlaffen Lähmungen der Muskeln, die das Gelenk bewegen;
- schlechten Durchblutungsverhältnissen;
- schlechtem Allgemein- und Ernährungszustand;
- Tuberkulose;
- floriden Dystrophien.

Kontraindiziert ist speziell die Arthroplastik bei:

- Schwerarbeitern;
- offenen Epiphysenfugen;
- extrem eburnisierten und sklerotischen Knochen;
- Polyarthritikern, die auf Krücken gehen müssen;
- schweren polyartikulären Verlaufsformen der cP, die eine Kooperation unmöglich machen.

Nicht angezeigt ist darüber hinaus eine akzessorische Radiusköpfchenresektion im Wachstumsalter (88; 126; 184).

## 7.2. Operative Prinzipien

Aufgrund der großen individuellen Unterschiede der pathologischen Veränderungen anatomischer Strukturen bei Steifen des Ellenbogengelenkes läßt sich die Technik sowohl der Athrolyse als auch der Arthroplastik nur in begrenztem Maße standardisieren. BÜRKLE DE LA CAMP (18) formuliert für die Arthroplastik treffend: "Die Technik läßt sich eigentlich nicht befriedigend beschreiben, auch nicht nach Beschreibung richtig erlernen." Es können deshalb nur die

in der Literatur erwähnten operativen Richtlinien dargestellt werden.

Arthrolyse wie Arthroplastik werden in der Regel in Allgemeinnarkose und zur Erleichterung der Präparation in Blutsperre ausgeführt.

Am Ende des Eingriffes werden für beide Verfahren folgende Maßnahmen von mehreren Seiten betont (6; 25; 39; 86; 144):

- exakte Blutstillung nach Öffnen der Blutsperre;
- Anfertigung einer Röntgenaufnahme, um ein Übersehen knöcherner Hindernisse auszuschließen;
- Gelenkspülung, um eventuelle Knochensplitter zu entfernen;
- wegen der zu erwartenden Nachblutung Einlegen von ein bis zwei Redon-Drainagen zur Vermeidung von Hämatomen;

Nach Wundschluß erfolgt bei der Arthroplastik immer Lagerung auf einer Oberarmgipsschiene, im Oberarmgips oder sogar im Thorax-Armgips (meist in Rechtwinkelstellung des Ellenbogengelenkes oder auch in einer Extremstellung des bevorzugt gewünschten Bewegungsausschlages), während bei der Arthrolyse neben der Lagerung im Oberarmgips oder auf der dorsalen Gipslonguette auch nur eine einfache elastische Binde angelegt wird und der Patient den Arm in der Mitella trägt (8; 25; 39; 92).

### 7.2.1. Arthrolyse

Der Zugang zum Gelenk orientiert sich nach der Lokalisation des Schadens. So gehen BLAUTH und HEPP (12) z.B. bei einer Kontraktur nach alter Radiusköpfchenfraktur von einem radialen Bogenschnitt aus. Der Erfolg einer Arthrolyse hängt in dem Sinne von der Wahl des Zuganges ab, als er erstens die Hindernisse der Beweglichkeit so direkt wie möglich anzugehen hat und zweitens ein übersichtliches und umfang-

reiches Agieren im Operationsgebiet gestatten muß, um möglichst alle Hindernisse beseitigen zu können (39). Als operative Zugänge zum Gelenk kommen in Betracht:

- Zugang von der Ellenbeuge
- dorsaler Zugang
- seitlicher ulnarer Zugang
- seitlicher radialer Zugang.

Die Möglichkeit einer Kombination von Schnitten sollte von vorneherein nicht ausgeschlossen werden. So lassen sich ventraler und dorsaler Zugang (8) wie auch die beiden seitlichen Zugänge (12; 39) gut kombinieren. Die französischen Orthopäden bevorzugen für die Arthrolyse die seitlichen Zugänge, nach neueren Literaturmitteilungen vor allem deren systematische Kombination (25; 85; 86).

#### A) Zugang von der Ellenbeuge:

Zugänge von der Ellenbeuge werden beschrieben bei WILSON (181), M. LANGE (101) und HOHMANN (77). WILSON geht medial vom M. brachioradialis auf die vordere Gelenkkapsel ein, HOHMANN und LANGE gehen medial vom M. biceps ein. Gefahren liegen bei diesem Vorgehen in den anatomischen Gegebenheiten begründet: Bei ersterem Zugang ist der N. radialis stark gefährdet, bei zweiterem besteht die Gefahr, daß Äste des N. medianus, die zum Pronator teres ziehen, durchtrennt werden. An operativen Maßnahmen können von diesen Schnitten aus ausgeführt werden: vordere Kapselresektion oder -diszision, Verlängerung bzw. Desinsertion der Mm. biceps und brachialis, Lösung von Verwachsungen nur im vorderen Gelenkbereich.

Wegen der geringen Übersicht dieser Zugänge werden sie im allgemeinen als nicht ausreichend erachtet und bleiben bestimmten Sonderfällen vorbehalten (8; 39):

- bei ausschließlich in der Ellenbeuge lokalisierten großen knöchernen Hindernissen;
- als akzessorischer Zugang, wenn nach Arthrolyse vom dorsalen Zugang aus die Streckung unvollständig bleibt;
- wenn eindeutig geklärt ist, daß die Kontraktur ausschließlich extraartikulär beugeseitig begründet ist.

#### B) Dorsaler Zugang (Abb. 7):

Der Hautschnitt beginnt median am Übergang vom mittleren zum unteren Drittel des Oberarmes, umfährt das Olecranon radialwärts und erstreckt sich über das proximale Unterarmviertel entlang der radialen Ellenkante. Der LEXER-

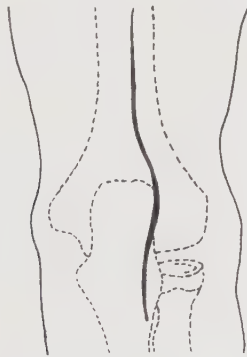


Abb. 7: Dorsaler Zugang zum Ellenbogengelenk (144)

SCHE Bogenschnitt (110), der mit Konkavität zum Humerus vom Epikondylus medialis über das Olecranon hinwegziehend zum Epikondylus lateralis verläuft, ist für die Arthrolyse allgemein verlassen worden. Der N. ulnaris ist zu isolieren. Nach Darstellen der Tricepssehne wird diese nach LANGE (101) frontal Z-förmig oder nach CAMPBELL (19) V- bzw.

zungenförmig tenotomiert. Nach Zurückklappen der beiden Sehnenenden und seitlichem Einschneiden und Abpräparieren der Gelenkkapsel zu den Kondylen hin liegt der hintere Gelenkbereich breit frei. Der dorsale Recessus und die Fossa olecrani können gut von Verwachsungen befreit werden. Bei weiterem Aufklappen des Gelenkes können auch Revisionen im vorderen Gelenkbereich vorgenommen werden. Dieser Zugang bietet die größte Übersicht über den gesamten Gelenkinnenraum.

Einige Autoren beschreiben diesen dorsalen Zugang auch ohne Tenotomie der Tricepssehne (12; 39; 122), indem durch umfangreiche Hautablösung das Gelenk neben dorsal auch von radial und ulnar eröffnet werden kann. Ausschneidung der dorsalen Kapsel, Inspektion der Fossa olecrani, Einkerbung der Seitenbänder und Radiusköpfchenresektion sind hierbei möglich. Allerdings kann der ventrale Gelenkbereich nur ungenügend erreicht werden.

Nach ESTÈVE u. Mitarb. (39) und BLAUTH und HEPP (12) ist der dorsale Zugang vor allem indiziert bei Olecranonpseudarthrose und in Fällen, bei denen erst intraoperativ entschieden werden kann, ob eine Arthrolyse oder eine Arthroplastik durchgeführt werden muß.

### C) Seitlicher ulnarer Zugang (Abb. 8):

Bogenförmiger, etwa 15 cm langer Schnitt über den Epikondylus ulnaris. Dabei verläuft die obere Hälfte des Schnittes entlang der Humerusachse, die untere schräg abwärts zur vorderen Ulnakante (39; 144; 173). Der N. ulnaris sollte gleich zu Beginn aufgesucht und isoliert werden, wobei er von Verwachsungen oder aus knöcherner Ummauerung befreit werden kann. Die Handbeuger werden für einige Zentimeter von ihrer Ursprungsstelle am Epikondylus ulnaris dar-



Abb. 8: seitlicher ulnarer Zugang (144)

gestellt. Der M. brachialis, der von der Humerusvorderfläche desinseriert werden kann, wird mit den Gefäßen und dem N. medianus nach lateral zurückgehalten. Nach teils stumpfem, teils scharfem Abschieben der Handbeuger an ihrem Ursprung liegt die vordere Kapsel übersichtlich frei und kann eingeschnitten bzw. reseziert werden. Man erhält einen guten Einblick auf die vorderen Gelenkanteile. Unter zusätzlicher Einkerbung der Handbeugemuskeln an ihren Ursprüngen läßt sich auch der mediale Anteil der vorderen Gelenkkapsel exakt darstellen. Die Muskeln müssen jedoch am Ende des Eingriffes wieder vernäht werden, um keine Instabilität des Gelenkes zu erzeugen (25; 39; 86). Das Ligamentum laterale mediale ist an der Unterfläche der Handbeugerursprünge erreichbar.

Vom gleichen Schnitt kann unter Abhalten des N. ulnaris auf die dorsalen Gelenkanteile eingegangen werden. Die Hinterseite des Humerus mit Fossa olecrani und die medialen

Anteile der Incisura trochlearis stellen sich gut dar.

D) \_Seitlicher radialer Zugang (Abb. 9):

Der Hautschnitt zieht über den Epikondylus radialis und erstreckt sich nach beiden Seiten etwa gleich weit (jeweils ca. 6 cm). Am Oberarm verläuft er zwischen dem Vorderrand des M. triceps und dem Hinterrand des M. brachialis, am Unterarm entweder in Richtung Ulnakante oder zwischen M. brachioradialis und M. extensor carpi radialis longus bzw. zwischen letzterem und M. ext. carpi radialis brevis (173). Zur vorderen Gelenkkapsel gelangt man, wenn M. brachioradialis und/oder M. ext. carpi radialis longus bis zu ihrem Sehnenansatz abgelöst und nach medial zurückgeschlagen werden. Auf den Ramus posterior N. radialis muß

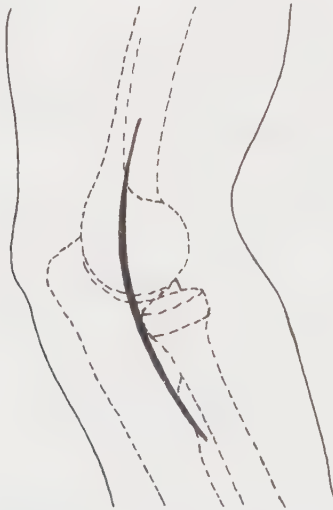


Abb. 9: Seitlicher radialer Zugang (144)

geachtet werden. Der M. brachialis kann desinseriert werden und nach Eröffnung oder Resektion der übersichtlich dargestellten Gelenkkapsel wird der vordere Gelenkbereich inspiert (Abb. 10). Eine nötigenfalls erforderliche Durchtrennung oder Einkerbung des lateralen Seitenbandes erfolgt auf Höhe des Gelenkspaltes an der Unterseite der Ansätze der Handstrecker.

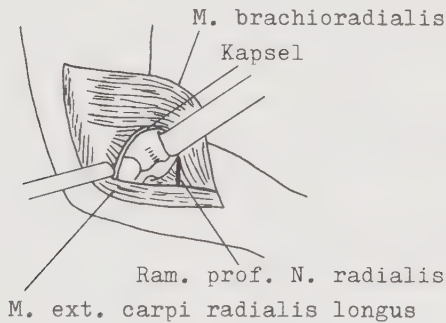


Abb. 10: Ventraler Gelenkbereich nach bereits ausgeführter Kapselresektion (29)

Bei weiteren Hindernissen im hinteren Gelenkbereich wird zwischen M. anconaeus, der an seinem proximalen Rand eingekerbt werden sollte, und M. flexor carpi ulnaris eingegangen. Die radialen Gelenkstrukturen stellen sich gut dar. Für ausgedehntere Arthrolysen geben RENNÉ und WELLER (144) eine Erweiterung des Zuganges dahingehend an, daß subperiostal ventral und dorsal am Humerus weiterpräpariert wird. So rücken distales Humerusende, das Innere des Ellenbogengelenkes mit Processus coronoideus und das gesamte Radiusköpfchen ins Gesichtsfeld.

Die operativen Maßnahmen, die im einzelnen durchzuführen sind, lassen sich am besten darstellen, wenn man sich die verschiedenen möglichen Hindernisse ins Gedächtnis zurückruft:

1. Intraartikuläre Verwachsungen werden unter zunehmender Beugung des Gelenkes schrittweise durchtrennt und exziiert. Auch die Lösung von Verwachsungen um das Radiusköpfchen darf nicht vergessen werden. Nur wenn dadurch kein Gewinn an Unterarmumwendbeweglichkeit erzielt werden kann, eine alte Luxation oder eine in Fehlstellung verheilte Radiusköpfchenfraktur vorliegen, sollte es reseziert werden (39; 79; 92). Eine systematische Resektion wird meist abgelehnt. Volare Verwachsungen müssen vollständig beseitigt werden. Ihre Lösung ist nach KLEMS und WEIGERT (92) und BARTSCH (8) Voraussetzung für eine echte Gleitbewegung der Facies semilunaris auf der Trochlea humeri. Eine Scharnierbewegung zwischen Proc. coronoideus und Fossa coronoidea täuscht diese nur vor. Auf eine radikale Exzision von Narbenmassen, die sich im oberen Teil der dorsalen Gelenkkapsel und in der Fossa olecrani zwischen der Rückseite des Humerus und dem Olecranon gebildet haben, weisen besonders LANGE (101) und WITT u. Mitarb. (187) hin. Ebenso muß fibröses oder knöchernes Füllmaterial aus der Fossa coronoidea entfernt werden. Sind die Gelenkkörper von pannusartigem Gewebe überzogen, so wird dieses bis in die volaren Abschnitte des Gelenkes scharf abpräpariert, um spätere Schwierigkeiten in der Nachbehandlung zu vermeiden (187). Unter dem fibrösen Pannus stellt sich in der Regel erhaltener Knorpel dar.
2. Bei bindegewebigen Verlötungen und Schrumpfungen der Gelenkkapsel muß diese mit abgetragen werden. Die französischen Orthopäden (6; 24; 25; 29; 39; 85; 86; 122; 173) haben die umfangreiche Resektion der vorderen Kapsel

zum Hauptelement jeder Arthrolyse gemacht, weil sie wie auch BLAUTH und HEPP (12) in ihr die Hauptursache der Kontraktur des Gelenkes sehen. Sie konzentrieren sich deshalb vor allem auf den ventralen Gelenkbereich. KLEMS und WEIGERT (92) und BARTSCH (8) beginnen hingegen jede Arthrolyse mit einer ausgiebigen Exzision der dorsalen Kapsel. Einige Autoren geben auch die quere Spaltung der Gelenkkapsel an (77; 101).

3. Ist die Streckung nach vorderer Kapselresektion und nach Lösung von Verwachsungen noch nicht vollkommen frei, so scheuen sich viele Autoren nicht, die Seitenbänder einzukerben, ja sie sogar zu durchtrennen (6; 12; 24; 86; 122; 173). LANGE (101) und WITT u. Mitarb. (187) legen hingegen großen Wert auf deren Erhaltung, weil sie als Faktoren der Stabilität wirken. Aufgrund eigener schlechter Erfahrungen verhalten sich auch CAUCHOIX und DEBURGE (25) gegenüber einer Durchtrennung der Seitenbänder eher zurückhaltend. Sie ziehen deshalb einen geringergradigen Extensionsdefizit vor. Nur wenn sich die Seitenbänder als stärkeres Hindernis der Streckung erweisen, was selten der Fall sei, schlagen sie eine Desinsertion des proximalen Ansatzes derselben vor, um sie an einem distal gelegeneren Punkt durch transossäre Fixation wieder zu reinserieren.
4. Liegen weitere Hindernisse der Bewegung in einer Verkürzung von M. triceps, brachialis und/oder biceps, so lassen sich 2 therapeutische Grundhaltungen unterscheiden:
  - a) Um eine frühzeitige Aufnahme von Bewegungsübungen in der Nachbehandlung keineswegs zu gefährden und um muskuläre Insuffizienzen zu verhindern, vermeiden BLAUTH und HEPP (12) und vor allem die französischen Orthopäden Tenotomien dieser Muskeln und versuchen mit deren Desinsertion auszukommen.

b) Andere Autoren (8; 92; 101; 116; 144; 187) bevorzugen die plastische Verlängerung dieser Muskeln. Der M. brachialis wird schräg und die Sehne des M. biceps Z-förmig verlängert (selten nötig). Für die Verlängerung der Sehne des M. triceps werden in der Literatur 2 Modifikationen angegeben:

- Frontale Z-förmige Verlängerung der Tricepssehne nach M. LANGE (101). Die Sehnenenden gleiten auseinander und können am Ende des Eingriffes in Beugstellung von etwa 80 Grad wieder vereinigt werden (Abb. 11).

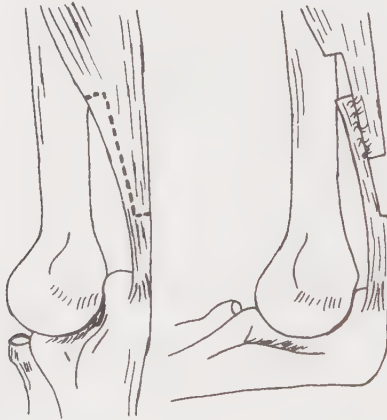


Abb. 11: Frontale Z-förmige Verlängerung der Tricepssehne (144)

- V-Y-förmige Verlängerung der Tricepssehne nach CAMPBELL (19). Die Tricepssehne wird V- bzw. zungenförmig inzidiert und am Ende des Eingriffes umgekehrt Y-förmig vernäht (Abb. 12).

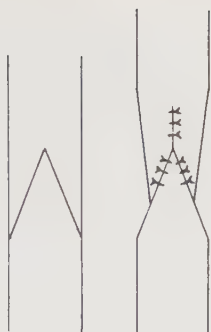


Abb. 12: V-Y-förmige Verlängerung der Tricepssehne (101)

Durch die breite Wiedervereinigung ist auch bei diesen Sehnenverlängerungen eine frühzeitige Bewegungsaufnahme möglich.

5. Alle periartikulären Verwachsungen müssen gelöst werden.
6. Peri- und intraartikuläre Ossifikationen sind zu entfernen.
7. Knöcherne Hindernisse der Beweglichkeit wie Metaphysensporne des Humerus, Knochenvorsprünge, eingeschlagene Fragmente, Olecranonnasen, hypertrophierte Proc. coronoidei und osteophytäre Randwülste müssen beseitigt werden. Manchmal ist zum Erhalt der vollständigen Streckung eine teilweise Resektion des Olecranon nötig.
8. Eine Mobilisierung und Ventralverlagerung des N. ulnaris soll nur dann erfolgen, wenn präoperativ eine Nervenirritation bestand oder wenn der Nerv durch lokale Veränderungen in Mitleidenschaft gezogen wurde (39; 173).

Prinzipiell sollte das intraoperativ erreichte Bewegungsausmaß so groß wie möglich sein, da in der Regel durch

erneute Verklebungen in der postoperativen Phase ein Bewegungsverlust eintritt (39; 85; 86; 116; 173). VALENTIN und ROY-CAMILLE (173) geben sich mit einem Extensions- und Flexionsdefizit von jeweils 10 Grad zufrieden. LUTHER und SCHULITZ (116) schlagen als Richtwert intraoperativer Beweglichkeit ein Ausmaß von  $0^{\circ}$ - $10^{\circ}$ - $140^{\circ}$  vor. In Fällen, wo eine weitere Mobilisierung des Gelenkes mit zu erwartender Instabilität einherginge, akzeptieren ESTÈVE u. Mitarb. (39) noch Extensions- und Flexionsdefizite von je 15 bis 20 Grad. Von allergrößter Wichtigkeit ist, daß die intraoperative Durchbewegung des Gelenkes ohne Kraftaufwand vorgenommen werden kann. Die im Verlauf der Operation durch größeren Kraftaufwand seitens des Operateurs erzielten Bewegungsausschläge sind für den Patienten ohne Wert, gehen postoperativ verloren und lassen sich auch in der Nachbehandlung nicht zurückgewinnen (173).

Ein besonderes Vorgehen bei veralteten und sehr schweren Gelenksteifen wird neuerdings von DEBURGE u. Mitarb. (30; 31) beschrieben. Nach beendeter Athrolyse von 2 seitlichen Zugängen aus wird das distale Humerusende breit und übersichtlich freigelegt. Dann wird im suprakondylären Bereich eine Verkürzungsosteotomie des Humerus vorgenommen, die in ihrer Ausdehnung 2 cm nicht überschreiten soll. Besteht ein größeres Extensionsdefizit, so kann ein trapezförmiges Knochenstück mit längerer hinterer Basis reseziert werden. Der Korrekturwinkel soll aber 10 bis 15 Grad nicht übersteigen, da sonst die Beugung in stärkerem Maße behindert würde. Analog lassen sich Varus- und Valgusdeformitäten korrigieren. Eine übungsstabile Osteosynthese der Knochenenden muß zur frühzeitigen Aufnahme von Bewegungsübungen gewährleistet sein. Sinn des Verfahrens ist es, durch die Verkürzung des Humerus eine Entspannung der geschrumpften, die Beweglichkeit hindernden Muskulatur zu erzielen.

### 7.2.2. Arthroplastik

Kernstück jeder Arthroplastik ist die Resektion der Gelenkflächen. In der Art und Weise, wie diese vorgenommen wird, unterscheiden sich auch die verschiedenen in der Literatur angegebenen Methoden. Schlüssel zum Erfolg ist das Ausmaß des Knochenopfers: wird zu wenig Knochensubstanz entfernt, resultiert leicht eine sekundäre Ankylose, bei zu umfangreicher Resektion droht die Gefahr eines Schlottergelenkes. Nach FROIMSON u. Mitarb. (43) muß vom distalen Humerus gewöhnlich mindestens 1 cm reseziert werden, um ausreichende Beweglichkeit zu garantieren. Dagegen führt laut KNIGHT und VAN ZANDT (93) jede Resektion oberhalb der Ebene der Humerusepikondylen unweigerlich zu ausgeprägter Instabilität und Muskelschwäche. Wenn auch bei der Arthroplastik die Neubildung der Gelenkflächen ganz im Vordergrund steht, so darf keineswegs vergessen werden, daß Narbengewebe und Adhäsionen im Gleitapparat genauso berücksichtigt und nötigenfalls beseitigt werden müssen (23; 57; 132; 178).

Der Eingriff selbst läßt sich in 3 Phasen unterteilen:

- Freilegen des Gelenkes;
- Resektion der Gelenkflächen;
- Interposition (fakultativ).

#### 1) Freilegen des Gelenkes:

Grundforderung ist wie bei der Arthrolyse die übersichtliche Darstellung des Operationsgebietes. Zwar läßt sich eine Arthroplastik von seitlichen ulnaren und/oder radialen Zugängen aus durchführen, wie dies von MURPHY (129), HOHMANN (77), HACKENBROCH (55) und FROIMSON u. Mitarb. (43) beschrieben wird. Auch LANGE (101) bezeichnet sie zumindest für eine Teilarthroplastik als ausreichend. Wegen der un-

gleich besseren Übersicht wird jedoch der dorsale Zugang zum Gelenk allgemein bevorzugt ( 2; 18; 19; 39; 49; 64; 71; 80; 101; 110; 116; 132; 158; 187). Der Hautschnitt kann dabei longitudinal (wie bei der Arthrolyse beschrieben), als LEXERSCHER Bogenschnitt (110) oder als transversaler Schnitt (49; 155) von einem Humerusepikondylus zum anderen geführt werden. Nach Isolierung und Sicherung des N. ulnaris werden in der Literatur 4 Möglichkeiten zur Gelenkseröffnung angegeben:

- a) Durchtrennung des gesamten Streckapparates unter temporärer Abmeißelung der Olecranonspitze von peripher dorsal nach zentral vorn (Abb. 13). Am Ende des Eingriffs wird die abgemeißelte Olecranonlamelle mit einer langen Spongiosaschraube wieder stabil fixiert (39; 49; 90; 91; 119; 122).

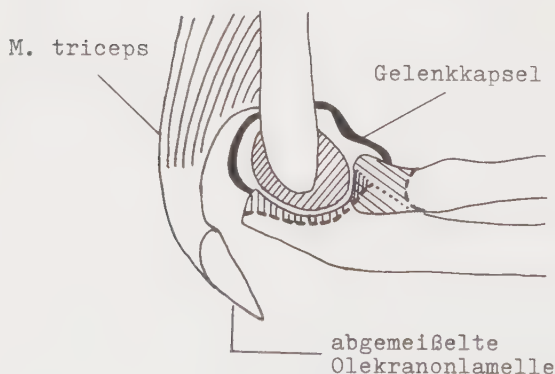


Abb. 13: Schema der Arthroplastik nach MERLE D'AUBIGNÉ u. KERBOUL (122) unter Abmeißelung einer Olecranonlamelle (Resektionsflächen schraffiert)

- b) Frontale Z-förmige Tenotomie der Tricepssehne (2; 101; 116; 187).
- c) V- bzw. zungenförmige Tenotomie der Tricepssehne (19; 93; 178).
- d) Längsspaltung der Tricepssehne (158; 178).

Nach Freipräparation des Knochens werden zwischen Skelett und Seitenbändern, auf deren Schonung größter Wert gelegt wird, Kochersonden nach vorne geführt, um die wichtigen anatomischen Strukturen der Ellenbeuge zu schonen. Liegt eine knöcherne Vereinigung zwischen Humerus und Ulna vor, wird diese zuerst mit einem Meißel in Höhe des alten Gelenkspaltes durchtrennt (Ausnahme: Plastik nach HERBERT (71): extraperiostale Resektion ohne Durchtrennung der Ankylose, s.u.). Andernfalls läßt sich das Gelenk sofort in spitzwinklige Beugestellung überführen und breit aufklappen. Alle Knochenanteile müssen sorgfältig von der Kapsel getrennt werden.

## 2) Resektion der Gelenkflächen:

Es lassen sich heute 3 verschiedene Methoden unterscheiden:

- A) Die sparsame, die Naturformen im groben möglichst nachahmende Resektion mit Schaffung neuer kongruenter Gelenkflächen geht auf die Altmeister der Arthroplastik wie PAYR (132), LEXER (110), MACAUSLAND (117), CAMPBELL (19) u. a. zurück und wird auch heute noch ziemlich einheitlich geübt. Die geringe Resektion soll Grundlage schaffen für die Regeneration der Gelenkflächen, sie soll stärkere Knochenresorption verhindern und die Stabilität des Gelenkes weitestgehend erhalten. Ziel des Eingriffes ist es hierbei nicht, unter allen Umständen volle Beweglichkeit anzustreben, vielmehr wird eine stabile Gelenkführung bei funktionell günstigem Sektor ge-

fordert (2; 18; 39; 55; 100). Eine Teilarthroplastik, bei der man nur die humerale oder ulnare Gelenkfläche modelliert, wird von vielen Autoren bevorzugt, wenn der Zustand des Gelenkes sie erlaubt (2; 39; 43; 79).

Bei der Formung der Gelenkflächen ist darauf zu achten, daß die Querachse des Ellenbogengelenkes senkrecht zur mechanischen Achse des Armes steht, um laterale Subluxationen oder Luxationen von Radius und Ulna zu vermeiden (57; 93). Prinzipiell sollte - wenn erforderlich - mehr Knochen von der Ulna und vom Radiusköpfchen entfernt werden, weniger dagegen von der humeralen Gelenkfläche. Die Humerusgelenkfläche wird gut bogenförmig von vorne nach hinten modelliert. Sie erhält zusätzlich eine transversal gestellte breite Hohlrinne für das Gleiten der Ulnargelenkfläche (Abb. 14). Die Neuformung

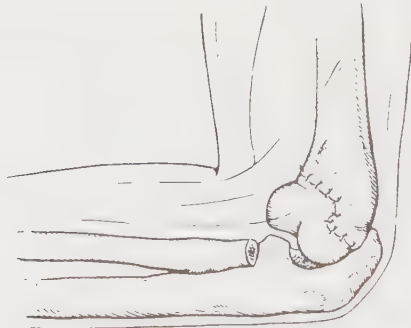


Abb. 14: Anatomisch modellierende Arthroplastik mit sparsamer Resektion und Bildung einer transversalen Hohlrinne an der humeralen Gelenkfläche (113)

des vorderen und hinteren Gelenkbereiches, wenn nötig die Vertiefung der Fossa olecrani, muß mit besonderer Sorgfalt geschehen, um keine hindernden Knochenvorsprünge zurückzulassen und spätere Verwachsungen durch Bildung osteoiden Gewebes zu verhindern (101; 113; 187). Die Ulnargelenkfläche wird kongruent zur humeralen Gelenkfläche konkav bogenförmig gestaltet. Die Resektion des Radiusköpfchens entscheidet sich von Fall zu Fall; es sollte erhalten werden, wenn es die Gelenkkongruenz nicht beeinträchtigt, weder Beugung noch Streckung behindert und keine Einschränkung der Pronation oder Supination vorgelegen hat (39; 43; 86). Nach der Modellierung werden die Gelenkflächen mit der Raspel geglättet. Eine zusätzliche Verhämmerung der Gelenkflächen bringt nach HACKENBROCH (58) keine Vorteile.

- B) Fast ausschließlich bei der cP wird die von VAINIO (171) modifizierte Plastik nach HASS (62) von zahlreichen Orthopäden verwendet (14; 49; 80; 90; 141; 147; 170). Das Verfahren läßt sich wie folgt beschreiben (Abb. 15):

Von einem gesonderten Schnitt wird zunächst das Radiusköpfchen reseziert. Von dorsal her wird dann das Gelenk unter temporärer Abmeißelung der Olecranonspitze freigelegt. In Höhe der Epikondylen wird das distale Humerusende stumpf keilförmig modelliert. Die Epikondylen selbst mit den Ansätzen der Seitenbänder liegen außerhalb der Meißelfläche. Die Ulna wird nach Art einer seichten Rinne geformt. Der Processus coronoideus wird gekürzt. Zusätzlich wird regelmäßig eine komplette Synovektomie gemacht. Um eine Lochbildung der Fossa olecrani mit anschließender Gabelbildung und Instabilität zu verhindern, gingen die finnischen Autoren seit 1968 dazu über, die Tasche zwischen dekortizierter Fossa olecrani und Interponat (Haut), das regelmäßig verwendet

wird, mit Spongiosabröckeln zu füllen (90; 141).



Abb. 15: Arthroplastik nach VAINIO (171)

- C) Die dritte Möglichkeit ist die von HERBERT (71) ausschließlich für die cP beschriebene Plastik unter geradliniger extraperiostaler Resektion des Ellenbogengelenkes, die auf jegliche Modellierung verzichtet. Nach medianer Längsspaltung der Tricepssehne und deren Ablösung vom Olecranon werden der distale Humerus auf Höhe der Epikondylen, der Radius subkapital und die Ulna unmittelbar distal des Proc. coronoideus geradlinig reseziert (Abb. 16). Auf eine Interposition verzichtet HERBERT immer. Am Schluß des Eingriffes wird die Tricepssehne am proximalen Ende der Ulna wieder angeheftet. Diese Methode wurde von finnischen Orthopäden bis 1961 praktiziert (80; 90; 141; 171; 172). Nur GRISCHIN (47) verwendet sie heute noch (allerdings mit Interposition).

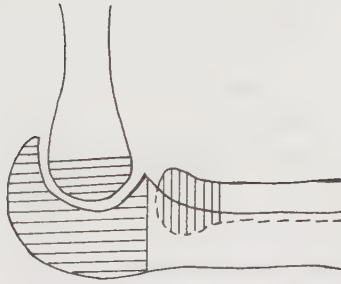


Abb. 16: Arthroplastik nach HERBERT (71)  
(Resektionsflächen schraffiert; gezeichnet  
nach KIMURA u. VAINIO (90) )

### 3) Interposition:

Die 3. Phase des Eingriffs stellt die Interposition von Gewebsmaterial dar. Diese muß als fakultativ bezeichnet werden, weil sie für die Bildung des neuen Gelenkraumes und der Gelenkflächen keineswegs notwendig ist (3; 4; 33; 71; 78; 138; 154; 155). Auch verhindert die Gewebszwischenlage-  
rung eine erneute Ankylosierung nicht mit absoluter Sicherheit. Dennoch verwendet auch heute noch die überwiegende Mehrzahl von Orthopäden die Interposition eines freien autologen oder homologen Gewebslappens oder sogar von nicht antigenem Fremdmaterial (158), welche als Platzhalter wirken und nach und nach durch körpereigenes Gewebe ersetzt werden (3; 105). Das Interponat wirkt als mechanischer Schutz, erleichtert die Nachbehandlung, soll die klinischen Ergebnisse sicherer gestalten und nach HACKENBROCH (55) die Bildung eines überschüssigen Markkallus verhindern. Beschrieben werden in der neueren Literatur folgende Inter-

positionsmaterialien:

- autologe Vollhaut oder Kutis;
- konservierte Haut;
- autologe Fascia lata;
- chromisierte autologe Fascia lata;
- homologe konservierte Fascia lata;
- Kapsel-Muskellappen;
- autologes Fettgewebe;
- "Gelfoam" (Gelatineschwamm, erhalten durch Verschäumen einer besonders präparierten Gelatinelösung, luftgetrocknet und sterilisiert (158) ).

Meist wird nur die humerale oder ulnare (seltener) Gelenkfläche mit dem Interponat überkleidet. Einige Autoren überziehen alle resezierten Gelenkflächen (23; 47; 93; 178). Das Interponat wird entweder jenseits der Resektionsgrenzen mit subperiostalen Einzelknopfnähten zirkulär am Knochen befestigt oder es wird zuerst durch je einen kleinen Bohrkanaal an den Epikondylen transossär fixiert und dann vorne und hinten an der Kapsel vernäht. Bei der Anwendung von Haut weisen KIMURA und VAINIO (90) besonders darauf hin, daß dieselbe in jeder Richtung straff sitzen muß, um die Bildung von Epidermiszysten zu verhindern.

### 7.3. Nachbehandlung

Wer sich mit Arthrolysen und Arthroplastiken beschäftigt, muß sich darüber im klaren sein, daß der Eingriff selbst nur den ersten Schritt in Richtung Wiederherstellung der Beweglichkeit des Ellenbogengelenkes darstellt. Der Erfolg wird letztlich von einer intensiven Nachbehandlung abhängen. Wegen ihrer überragenden Bedeutung sprechen BLAUTH und HEPP (13) lieber von "postoperativer Weiterbehandlung".

VOGL (176) geht sogar so weit, die Nachbehandlung als Hauptbehandlung und die Operation als Vorbehandlung zu bezeichnen.

Die Prinzipien der Nachbehandlung für Arthrolyse und Arthroplastik sind gleich, weshalb sie für beide Verfahren gemeinsam behandelt werden dürfen. Folgende allgemeinen Gesichtspunkte sollen berücksichtigt werden:

- 1) Starre Behandlungsschemata eignen sich nicht. Vielmehr muß die Nachbehandlung auf die individuellen Erfordernisse des Einzelpatienten ausgerichtet sein (67). Sie erfordert viel Geduld, Aufmerksamkeit und Fingerspitzengefühl. Ein zu engagiertes Vorgehen erzielt statt zunehmender Beweglichkeit eher Reizzustände und erneute Kontrakturen. Von seiten des Patienten setzt die Nachbehandlung in besonderem Maße den Willen zu aktivem Mitgehen voraus. Deshalb muß ein unbedingtes Vertrauensverhältnis zwischen Behandler und Patient bestehen, das am besten dadurch erreicht wird, daß die Behandlung ausschließlich in der Hand des Operators und eines einzigen erfahrenen Bewegungstherapeuten liegt.
- 2) Die Aufgaben des Bewegungstherapeuten erstrecken sich nur auf eine hilfreiche Assistenz und Anleitung bei der Beübung, auf die psychische Führung und Ermutigung des Patienten. Er darf nie Bewegungen forcieren oder gar schmerzhaft erzwingen (39).
- 3) Von besonderer Bedeutung ist die tägliche Dokumentation des erreichten Bewegungsausmaßes durch den Therapeuten. Bewegungsfortschritte, aber auch ein Stillstand der Bewegungszunahme werden dadurch sofort und exakt erkannt.
- 4) Isometrische Anspannungsübungen mit ihrer kräftigenden, tonisierenden und hyperämisierenden Wirkung auf die

Muskulatur sind frühzeitig angezeigt (67).

- 5) Grundlage der Nachbehandlung ist die häufig wiederholte, schonende und feinfühlig durchgeführte aktive Bewegungsübungen. Diese können lediglich als eigenfähige Bewegung, unterstützt durch den Behandler oder auch durch die kontralaterale Hand des Patienten angewendet werden. Zwischen den Übungen empfiehlt sich die Auflage von Eisbeuteln. Bewährt haben sich besonders bei der Arthroplastik, aber auch bei der Arthrolyse, aktive Beuge-Streck-Übungen auf der Abduktionsschiene mit oder ohne aufgelegtem Übungsbrettchen (Abb. 17). Unter Aufhebung der Schwerkraft lassen sich so seitliche Lockerungen vermeiden (2; 100; 101; 113; 187).

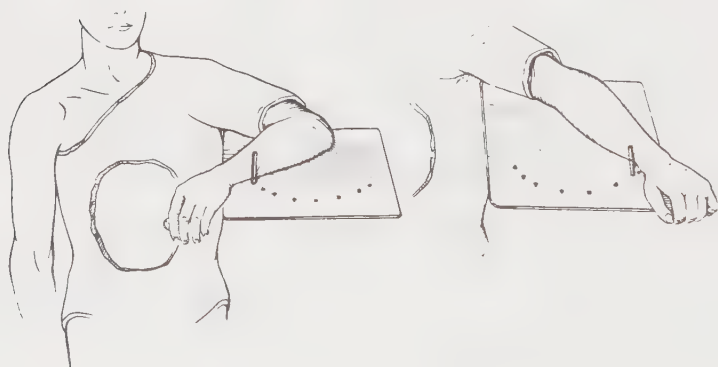


Abb. 17: Thorax-Abduktionsgips mit aufgelegtem Übungsbrettchen (113)

- 6) Passive Übungen dürfen erst - wenn überhaupt - nach Eintritt völliger Reizlosigkeit diskutiert werden (53; 101; 187). In Frage kommen hier vor allem der Quengelgips-

verband (bzw. die Quengelschiene) oder passive Übungen im Sinne der Gewichtszüge nach F. LANGE (98). Passive gewaltsame Übungen sind laut PAYR (136) der größte Fehler.

- 7) Als Regel gilt, daß alle Übungen innerhalb der Schmerzgrenze auszuführen sind.
- 8) Eine Massagebehandlung im Ellenbogengelenksbereich ist in jedem Falle kontraindiziert, da durch die Gefahr einer Myositis ossificans eine erneute Versteifung auftreten kann (24; 101; 187).

Wenn sich auch grundsätzlich in den letzten Jahren sowohl bei der Arthroplastik als auch bei der Arthrolyse eine Tendenz zur Frühmobilisierung herausgestellt hat, finden sich dennoch sehr heterogene Meinungen. Für die Arthroplastik werden in der Literatur postoperative Immobilisationsdauern von 3 Tagen bis zu 3 Wochen angegeben, ESTÈVE u. Mitarb. (39) konstatieren für ihr Patientengut sogar eine Spannweite von 2 Tagen bis zu 6 Wochen. Besonders GSCHWEND (48) empfiehlt für die Arthroplastik eine Mobilisierung ab dem 3. postoperativen Tag, weil er bei Erhöhung der Beweglichkeit keine negativen Folgen für die Stabilität des Ellenbogengelenkes sah.

Für die Arthrolyse liegen die im Schrifttum angegebenen postoperativen Immobilisationsdauern zwischen 1 und 14 Tagen. Einige Autoren beginnen sogar schon am Operationstag mit der Mobilisierung (8; 67; 92). KERBOULL (86) und CAUCHOIX und DEBURGE (25) haben jedoch nach neueren Mitteilungen die unmittelbar postoperative Mobilisierung zugunsten einer dreitägigen Ruhigstellung bereits wieder verlassen. Dadurch ließen sich vormals häufig gesehene Reizzustände des Gelenkes mit schmerzhafter Schwellung und Bewegungslosigkeit wie auch das Auftreten von Hämatomen weit-

gehend vermeiden.

Prinzipiell lassen sich 3 therapeutische Grundhaltungen bei der Durchführung der Nachbehandlung unterscheiden:

- a) Nach mehr oder weniger langer Ruhigstellung im Oberarmgips oder auf einer dorsalen Gipslonguette wird mit der aktiven Übungsbehandlung begonnen (86; 91; 101; 116; 144; 158; 170; 187).
- b) Während der postoperativen Frühphase werden Gips-Umlagerungsschienen für die beiden intraoperativ erreichten Extremstellungen von Beugung und Streckung verwendet, wobei für einige Tage nach der Operation etwa dreimal täglich Umlagerungen vorgenommen werden (39; 67; 84; 85). Mit einer Zusatzmedikation in Form von Tranquillantien und Analgetika darf nicht gespart werden (39; 67; 84). Nach Abklingen des Wundschmerzes setzen dann aktive Bewegungsübungen ein.
- c) Im dritten Fall, der ausschließlich für die Arthrolyse gilt, wird auf jegliche Schienung verzichtet, lediglich eine elastische Binde angelegt und der Arm in einer Mittella getragen (8; 25; 39; 92). Freie oder von der kontralateralen Hand geführte aktive Bewegungen werden bis zu einem Ausmaß, das für den Patienten ohne größere Schmerzen erträglich ist, je nach Autor bereits am Operationstag oder zwischen dem ersten und dritten postoperativen Tag begonnen. Nach ESTÈVE u. Mitarb. (39) soll der Patient halbstündlich 5 bis 10 Exkursionen ausführen und sich allmählich steigern.

Nach Abschluß der Wundbehandlung wird die Übungsbehandlung durch Teilnahme am Bewegungsbad ergänzt (2; 67; 101; 187). Das Körpergewicht reduziert sich dadurch auf ein Zehntel. Es wird zunächst mit dem Auftrieb und später

gegen den Auftrieb geübt. Die Wärme des Wassers führt zur Entspannung von Haut und Bindegewebe. Im weiteren Verlauf kommen zur Kräftigung der Muskulatur aktive Übungen gegen manuellen Widerstand, bewegungstherapeutische Aufgaben und nötigenfalls passive Übungen hinzu.

Für die Dauer der stationären und ambulanten Nachbehandlung werden bei komplikationslosem Verlauf für eine Arthrolyse in der Regel 6 bis 8 Wochen (25; 39; 67), für eine Arthroplastik etwa 3 Monate veranschlagt (2; 39; 63; 91; 122). Zu beachten ist, daß sich das Ausmaß der endgültigen Beweglichkeit sowohl bei der Arthroplastik als auch der Arthrolyse oft erst nach einer Phase der Verschlechterung einstellt (2; 39; 67; 173). Maximale Beweglichkeit ist bei der Arthrolyse nach 3 bis 6 Monaten, manchmal auch erst nach 1 oder 2 Jahren erreicht (39; 86; 173). Bei der Arthroplastik sind nach ALBERT (2) und MERLE D'AUBIGNÉ und KERBOUL (122) funktionelle Verbesserungen bis zu ca. 18 Monaten nach Abschluß der Nachbehandlung zu erwarten.

Treten in der Nachbehandlung Komplikationen wie ausgeprägte Schmerzhaftigkeit, Schwellung und Überhitzung mit Abnahme der Beweglichkeit auf, so gilt als einzige therapeutische Maßnahme: sofortige Ruhigstellung des Gelenkes bis zum Abklingen der Reizerscheinungen. Zusätzlich bewähren sich Alkoholumschläge, Eisblasen, möglicherweise nicht-steroidale Antiphlogistika und in schweren Fällen eine systematische Kortikoidtherapie (113). Macht in anderen Fällen die Mobilisierung Schwierigkeiten, so stehen verschiedene therapeutische Möglichkeiten zur Verfügung. Durch Quengeln kann abwechselnd auf Beugung und Streckung geübt werden (101; 187). Intraartikuläre Kortikoidinjektionen unterdrücken eine übermäßige Bindegewebsproliferation (67). Als Ultima ratio kann eine Narkoseuntersuchung mit vorsichtiger, gefühlvoller Bewegungsnachhilfe durchgeführt werden.

Bei Arthrolysen wenden sie KLEMS und WEIGERT (92) erst ab der 4. postoperativen Woche an, HELBIG und VON TÖRNE (67) ab der 3. und ESTÈVE u. Mitarb. (39) zwischen der 2. und 4. postoperativen Woche. Bei der Arthroplastik behalten WITT u. Mitarb. (187) eine Narkosemobilisierung den besonders hartnäckigen Fällen vor.

## 8. PROBLEMSTELLUNG

Die Steifen des Ellenbogengelenkes können eine große Funktionseinbuße für den gesamten Arm bedeuten. Versteifungen in Streckstellung schließen viele und zum Teil lebenswichtige Funktionen, wie Essen, Sich-waschen, Kämmen u.a.m., von vorneherein aus. Stärkere Streckbehinderungen schränken den Aktionsradius soweit ein, daß die Ausübung vieler Berufe unmöglich wird und eine ganze Reihe von Alltagsverrichtungen nur mühsam ausgeübt werden können. Bei erheblichem Befund ist eine unblutige Behandlung nicht mehr ausreichend. Wegen der funktionellen Bedeutung, die diesem Gelenk zukommt, ist es leicht verständlich, daß die mobilisierenden Operationen am Ellenbogengelenk zu den ältesten Versuchen gehören, ein steifes Gelenk wieder funktionsstüchtig zu machen.

An entsprechenden operativen Maßnahmen kommen heute neben der Implantation von Totalendoprothesen, die bei dieser Untersuchung nicht berücksichtigt werden, im wesentlichen Arthrolysen und (Resektions-) Arthroplastiken zur Anwendung. Wir verfügen heute über klare Indikationen, ausgebaute (jedoch nicht standardisierte) Operationsmethoden und bewährte postoperative Behandlungsverfahren. Trotz dieser Tatsache und der Häufigkeit und praktischen Bedeutung der Steifen dieses Gelenkes findet man im neueren deutschen Schrifttum relativ wenige Hinweise zur Arthrolyse und Arthroplastik des Ellenbogengelenkes, so daß beide Verfahren noch immer zu den "Stiefkindern der Therapie" gehören.

Es ist deshalb Aufgabe dieser Untersuchung, an die Behandlungsmöglichkeiten der Arthrolyse und Arthroplastik

zu erinnern und die Erfahrungen einer Orthopädischen Klinik mit beiden Operationsverfahren zu schildern. Neben einer ausführlichen Darstellung des zur Mobilisierung anstehenden Patientengutes sollen beide Operationsmethoden, die an der Staatl. Orthopädischen Klinik der Universität München angewandt werden, beschrieben und aufgrund von Nachuntersuchungsergebnissen objektiv und exakt bewertet und miteinander verglichen werden.

Die gewonnenen Ergebnisse sollen dann denen aus der Literatur gegenübergestellt werden, um Vor- und Nachteile des eigenen Vorgehens und Verbesserungsmöglichkeiten herauszuarbeiten.

## 9. EIGENE UNTERSUCHUNG

### 9.1. Präoperative Phase

#### 9.1.1. Patientengut

An der Staatl. Orthopädischen Klinik der Universität München wurden in der Zeit von Mai 1955 bis Januar 1979 57 Arthrolysen und 17 Arthroplastiken des Ellenbogengelenkes durchgeführt. Davon konnten anhand von Krankenblättern 64 operierte Ellenbogengelenke bei 63 Patienten (einmal beidseitige Arthrolyse) erfaßt werden, wobei es sich in 14 Fällen um eine Arthroplastik und in 50 Fällen um eine Arthrolyse handelte.

Unter den 63 Patienten waren 41 männlichen Geschlechtes und 22 weiblichen Geschlechtes.

Eine einseitige behindernde Gelenksteife lag bei 61 Patienten vor, eine doppelseitige bei 2 Patienten. Ein beidseitiger Eingriff erfolgte jedoch nur in einem Fall, während 28 mal am rechten und 34 mal am linken Ellenbogengelenk operiert wurde.

Das durchschnittliche Alter der Patienten betrug 24 Jahre. Bei den Arthrolysen war der jüngste Patient 4, der älteste 69 Jahre alt. Das geringste Operationsalter bei den Arthroplastiken war 14,5, das höchste 38 Jahre. Über zwei Drittel der Patienten waren zum Zeitpunkt des Eingriffes zwischen 15 und 40 Jahren alt.

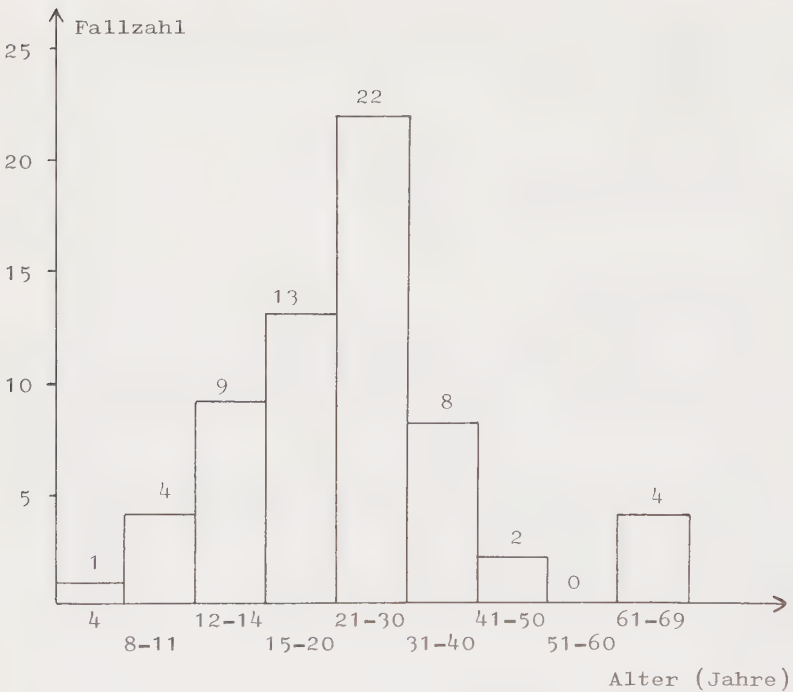


Abb. 18: Altersverteilung (63 Patienten)

### 9.1.2. Ätiologie

Bei 57 der 64 versteiften Ellenbogengelenke ließ sich eine traumatische Ursache nachweisen. Dagegen waren nur 7 Ellenbogengelenkssteifen nicht traumatisch bedingt. Folgende Übersicht zeigt die Ursachen der Steifen im einzelnen:

I. nicht traumatisch: 7 Gelenke

|                                          |   |
|------------------------------------------|---|
| Arthrogryposis multiplex congenita ..... | 3 |
| Osteomyelitis .....                      | 1 |
| neurogene Myositis ossificans .....      | 2 |
| Verbrennung .....                        | 1 |

II. traumatisch: 57 Gelenke

|                  |   |
|------------------|---|
| Distorsion ..... | 2 |
| Luxation .....   | 4 |

|                                                              |    |
|--------------------------------------------------------------|----|
| Frakturen mit Beteiligung<br>einer knöchernen Struktur ..... | 41 |
|--------------------------------------------------------------|----|

|                            |    |
|----------------------------|----|
| Humerus: diaphysär .....   | 1  |
| suprakondylär .....        | 7  |
| diakondylär .....          | 11 |
| Kondylus radialis .....    | 2  |
| Capitulum humeri .....     | 2  |
| Trochlea humeri .....      | 1  |
| Epikondylus ulnaris .....  | 3  |
| Epikondylus radialis ..... | 1  |

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| Unterarm: Olecranon .....   | 5 |
| prox. Ulna .....            | 2 |
| Processus coronoideus ..... | 1 |
| Radiusköpfchen .....        | 5 |

|                                                                   |    |
|-------------------------------------------------------------------|----|
| Frakturen mit Beteiligung<br>mehrerer knöcherner Strukturen ..... | 10 |
|-------------------------------------------------------------------|----|

dabei lagen folgende einzelnen  
Frakturarten vor:

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| diaphysär .....             | 1 |
| suprakondylär .....         | 1 |
| diakondylär .....           | 3 |
| Epikondylus ulnaris .....   | 2 |
| Epikondylus radialis .....  | 1 |
| Olecranon .....             | 5 |
| prox. Ulna .....            | 2 |
| Processus coronoideus ..... | 1 |
| Radiusköpfchen .....        | 5 |

Bei dem seltenen Krankheitsbild der Arthrogryposis multiplex congenita handelt es sich um eine angeborene Dys-  
trophie des Muskel-Gelenk-Apparates von Systemcharakter.

Die Arthrogryposis geht mit ausgedehnten Streck- und Beugekontrakturen der Gelenke einher, oft kombiniert mit Hüftluxation, Patellarluxation, Klumphand- und Klumpfußstellung, die bei allen drei Patienten doppelseitig, jedoch in unterschiedlichem Ausprägungsgrad auftraten. Neben der starken Beuge-Streckeinschränkung im Ellenbogengelenk lagen zusätzlich sowohl erhebliche Rotationsbehinderungen des Unterarmes wie auch Kontrakturen der angrenzenden Schulter- und Handgelenke vor. Das Ellenbogengelenk zeigte in 2 Fällen anatomische Veränderungen (einmal deutliche Minusvariante, einmal im Supinationssinne verdreht).

Die Osteomyelitis war die einzige primär infektiöse Ursache einer Ellenbogengelenkssteife.

Die neurogene Myositis ossificans entwickelte sich bei einem Patienten typischerweise im Anschluß an ein Schädel-Hirntrauma (vorübergehendes apallisches Syndrom) an beiden Ellenbogengelenken.

Zur Behandlung der Verbrennung, die sich im Alter von einem Jahr ereignete, wurden die oberen Extremitäten in der Kinderklinik mit Schienen versorgt, um ein Kratzen des Kindes zu verhindern. Seither bestand eine Versteifung des Ellenbogengelenkes.

Bei den posttraumatisch versteiften Gelenken standen die Frakturen im Ellenbogengelenksbereich ganz im Vordergrund, während Distorsionen (2) und isolierte Luxationen (4) anteilsmäßig selten zu einer Gelenksteife führten. Zudem lag bei 9 der 51 frakturierten Gelenke eine Trümmerfraktur (7 mal distaler Humerus, 1 mal Olecranon, 1 mal prox. Ulna) vor und 14 Frakturen waren mit einer Luxation kombiniert (darunter 4 Monteggiafrakturen).

Die am häufigsten vorzufindende Frakturlokalisation

war der distale Humerus, dessen Frakturen an 34 posttraumatischen Steifen beteiligt waren, wobei an erster Stelle die supra- und diakondylären Frakturen mit einer Anzahl von 22 stehen. Suprakondyläre Frakturen und Frakturen des Epikondylus ulnaris traten anteilmäßig häufiger bei Frakturen im Kindesalter auf, bei denen ausnahmslos eine Beteiligung des distalen Humerus vorlag (4 mal suprakondylär, 2 mal diakondylär, 3 mal Epikondylus ulnaris, 1 mal Capitulum). Als nächsthäufigste Frakturlokalisationen fanden sich Frakturen des Olecranon und des Radiusköpfchens (je 10), wobei bei letzteren vor allem Kombinationsläsionen (mit anderen Frakturen oder Luxationen, 7 Fälle) vorherrschten. Die übrigen Frakturlokalisationen traten demgegenüber relativ selten auf.

### 9.1.3. Vorbehandlung

Die überwiegende Mehrzahl der erfaßten Ellenbogengelenke (58 von 64) wurde nicht primär an der Staatl. Orthopädischen Klinik der Universität München versorgt, sondern erst bei Auftreten von Komplikationen oder nach erfolgloser Mobilisierungsbehandlung von andernorts überwiesen.

#### 9.1.3.1. Frakturen

Von insgesamt 51 Frakturen im Bereich des Ellenbogengelenkes wurden 25 primär operativ (23 Osteosynthesen, 2 primäre Radiusköpfchenresektionen) versorgt, bei 2 komplizierten Trümmerfrakturen konnte eine operative Rekonstruktion wegen schlechter Wundverhältnisse erst mit einer zeitlichen Verzögerung von einem Monat durchgeführt werden. 20 Frakturen wurden konservativ durch mehr oder weniger lange Ruhigstellung im Gipsverband behandelt. 4 Frakturen wurden primär verkannt und erst nach einem längeren Inter-

vall therapiert (2 konservativ, 2 operativ). Die Osteosynthese einer diakondylären Humerusfraktur hatte eine Gelenksinfektion zur Folge und nach Verplattung einer Monteggiafraktur trat in einem Fall ein posttraumatischer Morbus Sudeck des Ellenbogengelenkes auf. Die konservative Behandlung einer suprakondylären Fraktur führte zu einer ischämischen Kontraktur. Pseudarthrosen entwickelten sich nach einer diaphysären Oberarmfraktur und einer Abrißfraktur des Olecranon. Anamnestisch konnten bei vielen Patienten forcierte und schmerzhaft krankengymnastische und physikalische Behandlungsmaßnahmen in der Nachbehandlungsphase eruiert werden.

An weiteren differenten Maßnahmen nach primärer Frakturbehandlung wurden durchgeführt:

a) Narkosemobilisationen:

bei 3 Patienten (auswärts, ohne Erfolg);

b) operative Eingriffe:

bei 10 Patienten:

- 1) Arthrolyse (auswärts, ohne Erfolg);
- 2) Neurolyse eines knöchern ummauerten N. ulnaris (auswärts, erfolgreich);
- 3) zweimalige Gelenksrevision (auswärts, ohne Erfolg);
- 4) Entfernung von Kallusgewebe und freier Gelenkkörper (auswärts, erfolglos);
- 5) zweimalige Gelenksrevision (auswärts, erfolglos);
- 6) zweimalige operative Versorgung einer Oberarmpseudarthrose (erfolgreich, auswärts), Radialisersatzoperation (in der Münchner Klinik, erfolgreich);
- 7) Gelenksrevision mit Osteophytenabtragung (auswärts, ohne Erfolg);
- 8) Radiusköpfchenresektion (auswärts, erfolglos);
- 9) Entfernung freier Körper mit Narkosemobilisation (in der Münchner Klinik; ohne Erfolg);
- 10) Operation einer Volkmannschen Kontraktur (in der Münchner Klinik, bzgl. Hand- u. Fingerbeweglichkeit erfolgreich).

All diese Maßnahmen blieben jedoch hinsichtlich einer gewünschten Beweglichkeitszunahme im Ellenbogengelenk ohne Erfolg.

#### 9.1.3.2. Distorsionen und Luxationen

Die Behandlung der 4 Luxationen und der 2 Distorsionen war primär konservativ, wobei sich bei beiden letzteren trotz adäquater Therapie ein zunehmender unerklärlicher Bewegungsverlust unter Ausbildung arthrotischer Veränderungen einstellte. Bei den 4 Luxationen ließ sich in jedem Fall eine Fehlbehandlung in Form von zu forcierter und schmerzhafter, vor allem passiver Nachbehandlung nachweisen. Zudem wurden 2 Luxationen zu kurz immobilisiert (statt 3 Wochen einmal 2 Tage und einmal 10 Tage). Bei einem Patienten wurde nach anfänglicher korrekter Gipsimmobilisation eine operative Reposition des noch immer luxierenden Radiusköpfchens durchgeführt, infolge derer sich postoperativ Fieber und Schmerzen einstellten. Die darauf nach mehrwöchiger Ruhigstellung eingetretene Einsteifung wurde durch ein Brisement forcé (!) noch aggraviert.

#### 9.1.3.3. Nicht traumatische Fälle

Neben krankengymnastischen Übungen oder Quengelgipsbehandlung (vor allem bei den 3 Patienten mit Arthrogryposis) wurde nur bei dem Patienten mit der Ellenbogengelenksosteomyelitis wegen rezidivierender osteomyelitischer Schübe dreimal operativ eingegriffen.

#### 9.1.4. Dauer der Versteifungen

Abgesehen von den 3 angeborenen Gelenksteifen bei Arthrogryposis multiplex congenita betrug der Zeitraum zwi-

schen Erkrankungsbeginn bzw. Trauma und Arthrolyse oder Arthroplastik im kürzesten Fall 2,5 Monate, im längsten 14 Jahre (im Durchschnitt 18 Monate). Tabelle 4 zeigt die Intervalle aufgeschlüsselt nach Arthrolysen und Arthroplastiken.

| Zeit Trauma- bzw. Erkrankungsbeginn-Operation (Monate) | Fallzahl Arthrolysen | Fallzahl Arthroplastiken |
|--------------------------------------------------------|----------------------|--------------------------|
| 2,5 - 5                                                | 5                    | 0                        |
| 6 - 12                                                 | 22                   | 6                        |
| 13 - 18                                                | 11                   | 3                        |
| 19 - 24                                                | 0                    | 1                        |
| 25 - 36                                                | 4                    | 1                        |
| 37 - 60                                                | 2                    | 3                        |
| ➤ 60                                                   | 3                    | 0                        |

Tab. 4: Dauer der Versteifungen (ohne die 3 Fälle von Arthrogryposis multipl. cong.)

Die 3 Intervalle von mehr als 5 Jahren beliefen sich auf 75, 135 und 168 Monate. Etwa die Hälfte der erworbenen Gelenksteifen wurde innerhalb des ersten Jahres nach dem Trauma bzw. Erkrankungsbeginn operiert.

#### 2.1.5. Präoperative Befunde

Eine mehr oder weniger starke Schwächung der Muskulatur lag bei fast allen Patienten vor, besonders wenn die Gelenksteife schon längere Zeit andauerte.

29 Ellenbogengelenke waren schmerzfrei, bei 15 Gelen-

ken traten nur gelegentliche leichte Schmerzen bei Überlastung oder extremen Bewegungen auf. 11 Gelenke wiesen behindernde Ruheschmerzen auf, 3 Gelenke bewegungsabhängige Schmerzen auch ohne Belastung und 6 Gelenke bewegungsabhängige Schmerzen bei stärkerer Belastung.

Der Schweregrad der Steifen des Ellenbogengelenkes bzgl. Extension/Flexion wurde nach einem von CAUCHOIX und DEBURGE (25) und ESTÈVE u. Mitarb. (39) angegebenen Schema festgelegt, das die Steifen nach funktionellen Gesichtspunkten der verbliebenen Amplitude der Restbeweglichkeit in 4 Stufen einteilt (Tab. 5). Durchschnittlich betrug die

| Schweregrad                | Amplitude (A)<br>(Grad) | Fallzahl<br>Arthrolysen | Fallzahl<br>Arthroplastiken |
|----------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------------|
| schwerste<br>Steifen       | $0 \leq A \leq 30$      | 25                      | 10                          |
| schwere<br>Steifen         | $30 < A \leq 60$        | 15                      | 4                           |
| mittelgradi-<br>ge Steifen | $60 < A \leq 90$        | 8                       | 0                           |
| geringgradi-<br>ge Steifen | $90 < A$                | 2                       | 0                           |

Tab. 5: Schweregrad der Gelenksteifen bzgl.  
Extension/Flexion

präoperative Extensions-Flexionsbeweglichkeit bei den Arthrolysen  $0^\circ$ -  $52^\circ$ -  $90^\circ$ , bei den Arthroplastiken  $0^\circ$ -  $56^\circ$ -  $71^\circ$ . Von den 10 Schwerststeifen bei Arthroplastik waren 6 knöcherne Ankylosen und 2 fibröse Gelenksteifen mit völligem Bewegungsverlust, während bei den Arthrolysen insgesamt nur 4 Gelenke vollständig eingesteift waren. Bei Kindern (jünger als 15 Jahre) war die durchschnittliche Be-

wegungsamplitude mit  $26^{\circ}$  niedriger als bei Jugendlichen und Erwachsenen mit  $34^{\circ}$ .

Die Versteifung der Ellenbogengelenke in der Extensions-Flexionsebene trat in den verschiedensten Positionen von Oberarm zu Unterarm auf. Aufgrund ihrer vorwiegenden Position wurden sie in 3 Gruppen eingeteilt, die funktionell betrachtet auch einer unterschiedlich folgenschweren Einschränkung der Gebrauchsfähigkeit des Armes gleichkommen:

1) Steifen in Extensionsstellung:

Die Gelenksteife liegt vorwiegend in Streckstellung, d.h. der rechte Winkel kann aus diesem Bewegungsbereich nicht erreicht werden (24 Gelenke).

2) Steifen in Intermediärstellung:

Der Beweglichkeitsverlust erstreckt sich sowohl auf Beugung als auch auf Streckung. Der Sektor der Restbeweglichkeit durchwandert den rechten Winkel oder grenzt zumindest an ihn an (36 Gelenke, davon erreichten 11 gerade den rechten Winkel aus vorhandener Streckstellung).

3) Steifen in Flexionsstellung:

Diese Steifen behindern vorwiegend die Streckfähigkeit, während die Beugung normal oder fast normal ist. Der rechte Winkel kann aus der Beugestellung nicht erreicht werden (4 Gelenke).

Die umseitige Abbildung stellt die Positionen der versteiften Gelenke optisch dar. Bei Kindern lag eine Extensionssteife in 8 von 14 Fällen (mehr als die Hälfte) vor, bei Jugendlichen und Erwachsenen in 16 von 50 Fällen (etwa ein Drittel).

| Position                | Fallzahl |         | Diagramm der mittleren Beweglichkeit |
|-------------------------|----------|---------|--------------------------------------|
|                         | Lyse     | Plastik |                                      |
| Extensions-<br>steifen  | 16       | 8       | E/F: 0 - 40 - 52<br>                 |
| Intermediär-<br>steifen | 30       | 6       | E/F: 0 - 55 - 103<br>                |
| Flexions-<br>steifen    | 4        | 0       | E/F: 0 - 109 - 132<br>               |

**Abb. 19:** Position der versteiften Gelenke in der Extensions-Flexionsebene

Zusätzlich zu den Versteifungen in der Beuge-Streckebene lag bei 30 Patienten eine erhebliche Einschränkung der Unterarm-Umwendbeweglichkeit vor. Als erheblich wurde hierbei nach ESTÈVE u. Mitarb. (39) eine Restbeweglichkeit von weniger oder gleich 90 Grad definiert:

Amplitude  $0^{\circ}$ -  $30^{\circ}$ : 17 Gelenke  
 Amplitude  $31^{\circ}$ -  $60^{\circ}$ : 8 Gelenke  
 Amplitude  $61^{\circ}$ -  $90^{\circ}$ : 5 Gelenke.

Bei 9 Gelenken war die Rotation vollständig aufgehoben. Pronation und Supination erreichten durchschnittlich  $22^{\circ}$ -  $0^{\circ}$  -  $10^{\circ}$ . 4 Gelenke waren in Pronationsstellung, 2 Gelenke in Supinationsstellung und 24 Gelenke in Mittelstellung versteift. Ursächlich beteiligt waren an den Unterarmumwendsteifen 10 direkte Läsionen des Radiusköpfchen, während sie in den übrigen Fällen im Rahmen eines anderen Ellenbogengelenkstraumas (16 mal), bei der Osteomyelitis und den 3 Patienten mit Arthrogryposis auftraten.

Von jedem kranken Gelenk wurden Röntgenaufnahmen in antero-posteriorem und seitlichem Strahlengang angefertigt und danach der Arthrosegrad des Gelenkes beurteilt (Einteilung siehe Kapitel "Kriterien der Nachuntersuchung"): 12 Gelenke wiesen keine Arthrose auf, bei weiteren 12 wurde eine initiale (I), bei 22 eine mäßige (II), bei 7 eine mittelgradige (III) und bei 5 Gelenken eine ausgeprägte (IV) Arthrose festgestellt. 6 Gelenke entzogen sich wegen knöcherner Ankylose einer Beurteilung.

#### 9.1.6. Anzeigestellung

Die Indikation zum operativen Eingriff wurde bei allen Patienten wegen eines für das Alltags- und/oder Berufsleben ungenügenden Bewegungsausmaßes des Ellenbogengelenkes gestellt, wobei prinzipiell die in Kapitel 7.1. dargestellten Leitsätze zur Anwendung kamen (auch hinsichtlich der Voraussetzungen und Kontraindikationen). Schmerzzustände des Ellenbogengelenkes allein, ohne wesentliche Einschränkung

der Bewegungsfunktion, waren für die Indikationsstellung nie bestimmend.

Die Indikation zur Arthroplastik wurde grundsätzlich strenger gestellt als die zur Arthrolyse. Dies verdeutlicht die Tatsache, daß eine Arthroplastik ausschließlich bei schwersten und schweren Gelenksteifen durchgeführt wurde, während eine Arthrolyse auch bei mittelgradigen und in 2 Einzelfällen bei geringergradigen Steifen gemacht wurde, wenn den Patienten viel an der Beweglichkeit lag.

Ein weiterer indikationsbegrenzender Faktor war das Alter der Patienten. Als Kontraindikation für eine Arthroplastik galt das Offensein der Epiphysenfugen. Auch in höherem Alter wäre eine Arthroplastik wegen der zu großen Ansprüche an das körpereigene Regenerationsvermögen nicht ausgeführt worden, während für eine Arthrolyse keine altersmäßige Höchstgrenze festgelegt wurde (4 Patienten befanden sich im 7. Lebensjahrzehnt). Die therapeutische Grundhaltung bei Gelenksteifen im Kindesalter (jünger als 15 Jahre) ist an der Staatl. Orthopädischen Klinik der Universität München prinzipiell abwartend, wenn eine Erholung der geschädigten Strukturen erwartet werden darf, weil oft die postoperative aktive Mitarbeit fehlt und es rasch wieder zu Verwachsungen kommt. Bei allen operierten kindlichen Gelenksteifen (13 Arthrolysen, 1 Arthroplastik) war die funktionelle Behinderung jedoch so schwer, daß bei Ausichtslosigkeit einer spontanen Erholung der Eingriff berechtigt erschien und sich ein weiteres Zuwarten nicht empfahl (9 schwerste, 4 schwere, nur 1 mittelgradige Steife; 8 der 14 Gelenke in Extensionsstellung; durchschnittliches präoperatives Bewegungsausmaß bzgl. Ext./Flex.  $24^{\circ}$ ). Bei Kindern, die jünger als 10 Jahre waren, lagen ausschließlich schwerste Gelenksteifen vor (4 Arthrolysen; 4 Jahre: E/F 0 - 90 - 110; 8 Jahre: E/F 0 - 30 - 50; 9 Jahre: E/F

0 - 15 - 25; 9 Jahre: 0 - 30 - 40).

In der Regel wurde nach Trauma bzw. Erkrankungsbeginn unter der Voraussetzung einer gescheiterten oder grundsätzlich zwecklosen konservativen Therapie mindestens 6 Monate lang abgewartet ( bei infektiöser Ursache mindestens 12 Monate Reizlosigkeit). Ein frühzeitigeres Eingreifen begründete sich immer durch besondere Verhältnisse wie z. B. in den Gelenkspalt interponierte Fragmente. Intervalle von mehr als 12 Monaten waren durch späte Überweisung von andernorts bedingt.

Ausschlaggebend für die Wahl des Eingriffes war neben der exakten klinischen Untersuchung vor allem der röntgenologische Zustand des Gelenkes. Die Arthroplastik bezog ihre Indikation immer aus der Unmöglichkeit einer Arthrolyse. Sofern keine Ankylose oder zu erhebliche Gelenkinkongruenzen vorlagen, wurde die Indikation zur Arthrolyse wegen ihrer allgemeinen Vorzüge auch dann gestellt, wenn stärkere arthrotische Veränderungen des Gelenkes bestanden. Genügten Standardaufnahmen in antero-posteriorem und seitlichem Strahlengang nicht zur diagnostischen Klärung, so wurden zusätzlich Tomogramme und Funktionsaufnahmen angefertigt. In 3 Fällen wurde eine Arthrographie durchgeführt, die jedoch einmal wegen zu großer Enge des Kapselraumes mißlang. Präoperativ konnte so die Wahl des Eingriffes in 62 Fällen richtig getroffen werden, nur zweimal mußte aufgrund der intraoperativen Befunde eine geplante Arthrolyse in eine Teilarthroplastik umgewandelt werden.

Dem Eingriff ging immer eine intensive Hautpflege und eine krankengymnastische Übungsbehandlung zur Kräftigung der Muskulatur voraus, wenn stärkere Grade von Muskelatrophie vorlagen. Bei einem Patienten war wegen einer keloidartigen flächigen Narbenplatte in einer Voroperation eine Hautlappentransplantation erforderlich. Die Patienten wur-

den darauf hingewiesen, daß der Erfolg weitestgehend von ihrer aktiven Mitarbeit und Kooperationsbereitschaft abhängt, er aber trotzdem nicht mit absoluter Sicherheit vorhergesagt werden kann (im schlimmsten Falle müßten sie mit einer Wiederversteifung rechnen).

## 9.2. Operation

Beide Eingriffe wurden in Allgemeinnarkose und Oberarmblutleere ausgeführt.

### 9.2.1. Arthrolyse

Ziel des Eingriffes war immer die möglichst vollständige Mobilisierung des versteiften Gelenkes. Konnte von einem Zugang aus keine ausreichende Lösung des Gelenkes erzielt werden, so wurde ein zusätzlicher Hautschnitt angelegt (in 9 Fällen). Dadurch war es meist möglich, ein nahezu freies oder bis zu 20 Grad eingeschränktes Bewegungsspiel in der Extensions-Flexionsebene zu erhalten. Um das humero-ulnare Gelenkgefüge nicht zu sehr zu beeinträchtigen, wurde jedoch in einigen Fällen auf eine vollständige Mobilisierung verzichtet. Die Erhaltung der Gelenkstabilität stand im Vordergrund. Folgende Zugänge wurden verwendet:

- 1) Dorsaler S-förmiger Hautschnitt mit V- oder Z-förmiger Tenotomie der Trizepssehne (17 mal isoliert; 7 mal kombiniert mit radialem (2 mal), ulnarem (3 mal) und ventralem (2 mal) Zugang);
- 2) Seitlicher radialer Zugang (15 mal);
- 3) Seitlicher ulnarer Zugang (6 mal);
- 4) Kombination von 2) u. 3) (2 mal);

### 5) Ventraler Zugang (3 mal).

Die Beschreibung der Zugänge, das Vorgehen zum Gelenk und die jeweiligen Aktionsmöglichkeiten wurden bereits in Kapitel 7.2.1. dargestellt. Der dorsale Zugang war der Zugang der Wahl bei Extensionssteifen und Veränderungen im hinteren Gelenkbereich, der seitliche bei Intermediärsteifen und Läsionen der lateralen Gelenkbereiche, während der isolierte ventrale Zugang nur bei umschriebenen Läsionen im vorderen Gelenkbereich zur Anwendung kam.

Da ein einheitliches operatives Vorgehen bei Arthrolysen nicht möglich ist, werden die einzelnen Maßnahmen an verschiedenen anatomischen Strukturen anhand der intraoperativen Befunde beschrieben.

Fibröse Verwachsungen im Gelenkraum mußten in 31 Fällen durchtrennt und ausgeräumt werden, wobei auch das Radiusköpfchen bei Unterarmumwendsteifen häufig in Narben verbacken war, die gelöst wurden. Bei Verklebungen der Gelenkkapsel mit Knochenteilen wurde diese sauber abpräpariert. Gerade bei Strecksteifen stellte sich häufig ein obliterierter dorsaler Kapselrezessus dar. Die Fossa olecrani war bei 11 Gelenken, die Fossa coronoidea bei 4 Gelenken mit meist fibrösem, bisweilen auch ossifizierendem Narbengewebe angefüllt, das radikal exzidiert wurde. Einen fibrösen, pannusartigen Überzug der Gelenkkörper zeigten 7 Gelenke. Er wurde radikal scharf bis in die volaren Gelenkabschnitte abpräpariert. Unter dem Pannus kam in 2 Fällen gut erhaltener Knorpel, in 4 Fällen teilweise erhaltener und in 1 Fall fibröser Gelenkknorpel zur Darstellung. Insgesamt wiesen 12 Gelenke doch erheblichere Knorpelveränderungen mit Schliffurchen und einzelnen Knorpeldefekten auf.

Kapsel- und Weichteilossifikationen mußten in 7 Fällen

entfernt werden. Paraartikuläre Verwachsungen lagen in zahlreichen Fällen vor. Gerade bei Extensionssteifen zeigte sich oft eine Verwachsung des Streckapparates mit der Unterlage, die zur Wiederherstellung der Gleitfähigkeit gelöst werden mußte.

Bei Extensionssteifen erwies es sich meist als erforderlich, die dorsale Gelenkkapsel seitlich einzukerben. Bei dorsalem Zugang blieb die hintere Gelenkkapsel zur Spannungsverminderung immer offen. Die vordere Gelenkkapsel wurde in 5 Fällen quer gespalten, in 8 Fällen mußte sie zur Erreichung einer ausreichenden Streckfähigkeit wegen bindegewebiger Verlötungen reseziert werden. Bei Gelenkseröffnung von der ventralen Seite blieb die Gelenkkapsel ebenfalls offen.

Eine partielle Einkerbung der Seitenbänder war nur bei einem Patienten nötig, weil sie als schweres Hindernis der Streckung wirkten. Wegen erheblicher intraoperativer Luxationstendenz mußte am Ende der Operation allerdings eine temporäre transartikuläre Fixation mit Kirschnerdrähten durchgeführt werden. Bei allen übrigen Patienten blieben die Seitenbänder aus Stabilitätsgründen erhalten, wenn auch in einigen Fällen ein geringer Extensionsdefizit bestehen blieb.

Bewegungshindernisse, die durch muskuläre Schrumpfungsprozesse bedingt waren, wurden durch plastische Verlängerungen angegangen. Bei 13 Gelenken wurde eine Z- oder V-Y-förmige Verlängerung der Trizepssehne vorgenommen. Der M. brachialis wurde in 3 Fällen schräg verlängert. Der M. biceps wirkte nur bei einem Patienten als Streckhindernis, seine Sehne wurde Z-förmig verlängert. Zur Erreichung genügender Streckfähigkeit erwies sich in 1 Fall die Distalversetzung der Handstrecker als notwendig.

Bei 40 Gelenken war jedoch die Beweglichkeit durch alleinige Beseitigung von Weichteilhindernissen noch nicht frei. Aus diesem Grund mußten zusätzliche knöcherne Korrekturen vorgenommen werden. Das Radiusköpfchen wurde in 11 Fällen reseziert, allerdings nur, wenn durch Lösung humero-radialer oder radio-ulnarer Verwachsungen kein Bewegungsgewinn erzielt werden konnte oder wenn eine in Fehlstellung verheilte Radiusköpfchenfraktur vorlag. Zur Erlangung freier Beugung war häufig eine Kürzung des Processus coronoideus nötig. Der Epikondylus ulnaris wurde in 5 Fällen, der Epikondylus radialis in 1 Fall und das Capitulum humeri in 2 Fällen entfernt. Eine Olecranonteilresektion wurde 6 mal, eine Abtragung von Olecranonnasen 2 mal und eine Verschmälerung des Olecranon 1 mal durchgeführt. Knochenspangen (5 mal) und Osteophyten, Exostosen und Knochenabsplittungen (13 mal) mußten häufig beseitigt werden.

Ein in Narben verbackener N. ulnaris wurde bei 3 Patienten nach ventral verlagert.

Am Ende des Eingriffes - nach exakter Blutstillung, Entfernung von Knochensplittern, Röntgenaufnahme und Einlegen von Redon-Drainagen - Wundschluß und Ruhigstellung im Oberarmgips oder auf der dorsalen Gipslonguette in Rechtwinkelstellung des Ellenbogengelenkes und mittlerer Handdrehstellung. Die Dauer der Immobilisation betrug in früheren Jahren zwischen 1 und 2 Wochen. In den letzten Jahren wurde zunehmend kürzer immobilisiert und die Nachbehandlung bereits innerhalb der ersten postoperativen Tage oder zumindest der ersten postoperativen Woche aufgenommen, in einigen Fällen bereits am ersten postoperativen Tag. Eine längere Ruhigstellung ergab sich nur bei 3 Patienten (temporäre transartikuläre Fixierung: 20 Tage; große Hautnekrose: 40 Tage; Wunddehiszenz: 30 Tage).

### 2.2.1.1. Postoperative Komplikationen

|                                                  |   |
|--------------------------------------------------|---|
| Hautnekrose                                      | 1 |
| Infiltrat                                        | 2 |
| Wunddehiszenz                                    | 1 |
| Temporäre Ulnarisparese                          | 1 |
| Temporäre Sensibilitätsstörung<br>des N. ulnaris | 3 |
| Parästhesien im Bereich<br>des N. ulnaris        | 1 |
| Myositis ossificans                              | 1 |

Sowohl die Hautnekrose, die bei dem Patienten mit Verbrennung auftrat, als auch die Wunddehiszenz erforderten eine längere Immobilisation (s. oben), so daß die postoperative Mobilisierung Schwierigkeiten bereitete. Im Fall der Hautnekrose mußte eine Hautlappentransplantation durchgeführt werden.

Bei den beiden Infiltraten wurde die Nachbehandlung sofort abgebrochen, antibiotisch und mit Alkoholumschlägen behandelt und das Gelenk bis zum Abklingen der Reizerscheinungen ruhiggestellt. Der weitere Verlauf gestaltete sich komplikationslos.

Eine 4 Wochen postoperativ aufgetretene Ulnarisparese bildete sich wieder vollständig zurück, ebenso klangen die 3 Sensibilitätsstörungen im Bereich des N. ulnaris rasch ab. Die leichten Parästhesien im Bereich des N. ulnaris entwickelten sich unmittelbar postoperativ und blieben bestehen.

Dem Patienten mit postoperativer Myositis ossificans wurden nach 3 Monaten in einem Korrekturingriff myositische Verknöcherungen entfernt.

### 9.2.2. Arthroplastik

Ziel der Arthroplastik war es, trotz sparsamer Resektion eine ausreichende intraoperative Beweglichkeit zu erhalten. Dies gelang bei allen Patienten, wobei der intraoperative Extensionsdefizit im Höchstfalle  $30^{\circ}$  und die Flexionsfähigkeit mindestens  $130^{\circ}$  betrugen.

Der operative Zugang erfolgte in der Regel über einen dorsalen S-förmigen Hautschnitt unter Z- oder V-förmiger Tenotomie der Trizepssehne (11 mal). Nur bei 3 Teilarthroplastiken wurde von lateral eingegangen (1 mal ulnarer, 1 mal radialer und 1 mal kombinierter Zugang).

Die Resektion der Gelenkflächen wurde analog der in Kapitel 7.2.2. beschriebenen Methode A) durchgeführt, d.h. sparsamste, die Naturformen des Gelenkes nachahmende Resektion (Knochenopfer am Humerus maximal 1 cm). Entsprechend dem Einzelbefund (6 knöcherne Ankylosen, 4 intraartikuläre knöcherne Sperren, 4 fibröse Steifen) wurden die sperrenden Gelenkanteile mit dem Meißel abgetragen und neue kongruente Gelenkflächen geschaffen. Die Fossa semilunaris wurde nötigenfalls mit dem Meißel vertieft. In 2 Fällen erwies es sich als nötig, das Olecranon gleichzeitig zu verkürzen. Waren Capitulum und Trochlea humeri stark deformiert, so wurden sie abgetragen und der humerale Gelenkanteil konvex von vorne nach hinten gestaltet. Er erhielt eine quere Laufrinne für das Gleiten der Fossa semilunaris. Sämtliche intraartikuläre Briden wurden entfernt. Bei gutem Knorpelzustand entweder der humeralen oder der ulnaren Gelenkfläche konnte eine der beiden erhalten werden, so daß man bei 7 Gelenken mit einer Teilplastik des humeralen (6 mal) oder ulnaren (1 mal) Gelenkanteiles auskam.

Die Ausnahme vom obengenannten Vorgehen stellt die "atypische" Arthroplastik bei dem Patienten mit Osteomyeli-

tis dar. Wegen Fehlens der proximalen Ulna als Folge der Osteomyelitis wurde am distalen Humerusende eine Gelenkpfanne gefräst und das proximale Ende des Radius so weit gekürzt und geformt, bis es in die vorgebildete Pfanne paßte. Der Seitenbandapparat war bei diesem Gelenk allerdings nicht mehr erhalten. Bei den übrigen Patienten blieben die Seitenbänder bis auf eine partielle Einkerbung derselben in 1 Fall immer intakt.

Das Radiusköpfchen wurde nur reseziert (5 mal), wenn es nach Modellierung der humero-ulnaren Gelenkanteile die Gelenkkongruenz beeinträchtigte oder eine nicht anderweitig zu behebende Unterarmumwendsteife vorlag.

Nach Resektion der Gelenkflächen wurden alle Knochenanteile sorgfältig von der Kapsel entfernt, um spätere Herde von Ossifikationen zu vermeiden.

Eine Gewebsinterposition erfolgte bei vollständiger Arthroplastik der humero-ulnaren Gelenkanteile immer, nur bei 3 der 7 Teilarthroplastiken wurde darauf verzichtet. Bei 7 Gelenken wurde autologe Fascia lata verwendet, bei 3 autologes Fettgewebe und bei einem Gelenk homologe gedoppelte lyophilisierte Dura, wobei grundsätzlich nur ein Gelenkkörper mit dem Interponat überkleidet wurde (meist der humerale). Es wurde mit subperiostalen Einzelknopfnähten über die Anfrischungsgrenze hinaus fixiert.

In 3 Fällen mußte die Trizepssehne plastisch verlängert werden, um nicht von vorneherein eine Behinderung der Beugung zu schaffen. Der N. ulnaris wurde in 2 Fällen nach volar verlagert. Bei einem Patienten wurde gleichzeitig eine Olecranonpseudarthrose behandelt, wobei das Olecranonfragment in die Elle eingebolzt und mittels eines Cialit-spans fixiert wurde.

Am Ende des Eingriffs gleiches Vorgehen wie bei den Arthrolysen. Die Dauer der postoperativen Immobilisation variierte zwischen 3 Tagen und 3 Wochen, bei dem Patienten mit gleichzeitig behandelter Olecranonpseudarthrose konnte die Bewegungstherapie wegen der sich nur verzögert knöchern durchbauenden Pseudarthrose erst nach 2 Monaten aufgenommen werden. Am häufigsten wurde zwischen 1 und 2 Wochen immobilisiert. Genauso wie bei den Arthrolysen hat sich in den letzten Jahren eine frühzeitigere Mobilisierung innerhalb der ersten postoperativen Woche durchgesetzt.

#### 9.2.2.1. Postoperative Komplikationen

|                                                  |   |
|--------------------------------------------------|---|
| Infiltrat                                        | 2 |
| Temporäre Sensibilitätsstörung<br>des N. ulnaris | 1 |
| Parästhesien im Bereich<br>des N. ulnaris        | 1 |
| Osteomyelitis-Rezidiv                            | 1 |
| Verzögerter Durchbau einer<br>Pseudarthrose      | 1 |
| Myositis ossificans                              | 1 |

Die beiden Infiltrate wurden wie bei den Arthrolysen behandelt und bildeten sich rasch zurück.

Die Sensibilitätsstörung des N. ulnaris klang innerhalb weniger Tage ab, während sich die Parästhesien im Bereich des N. ulnaris trotz Ventralverlagerung des Nerven entwickelten.

Bei dem Patienten mit Osteomyelitis kam es mit mehrmonatiger Verzögerung zum Osteomyelitis-Rezidiv, der den anfänglich erzielten Bewegungsspielraum von 0 - 30 - 100

Grad gefährdete.

Die lange Ruhigstellung des Gelenkes mit der Olecranon-pseudarthrose bereitete Schwierigkeiten bei der Nachbehandlung.

Bei der postoperativ entstandenen Myositis ossificans wurde nach einem Intervall von 4 Monaten ein Korrektureingriff mit Entfernung myositischer Verknöcherungen durchgeführt.

### 9.3. Nachbehandlung

Die Nachbehandlung basierte auf der vom Patienten innerhalb der Schmerzgrenze durchgeführten aktiven Beübung des Gelenkes, wobei die in Kapitel 7.3. unter Punkt 1 - 8 dargelegten Prinzipien zur Anwendung kamen. Die selbsttätigen Bewegungsübungen wurden bei Arthroplastiken und umfangreicheren Arthrolysen immer auf einer Thorax- Abduktionsschiene mit aufgelegtem Übungsbrettchen begonnen, bei weniger umfangreichen Arthrolysen auch einfach aus der Schale. In den Übungspausen wurden Alkoholverbände angelegt oder Eisblasen aufgelegt. Für die Nacht wurde eine Oberarm-Unterarmgipsschiene angefertigt, auf der der Arm fixiert wurde. Reizzustände des Gelenkes wurden mit sofortiger Ruhigstellung beantwortet.

Nach Abschluß der Wundbehandlung kamen Übungen im Warmwasserbad hinzu und allmählich auch Übungen gegen manuellen Widerstand und mitunter ergotherapeutische Aufgaben.

Die Dauer der stationären Nachbehandlung betrug bei komplikationslosem Verlauf bei den Arthrolysen etwa 2 bis 4 Wochen, bei den Arthroplastiken zwischen 5 und 8 Wochen.

Bei Auftreten von Komplikationen verlängerte sie sich entsprechend. Für die ambulante krankengymnastische Nachbehandlung, die meist auswärts stattfand, wurden bei den Arthrolysen weitere 3 bis 4 Wochen, bei den Arthroplastiken etwa 6 Wochen vorgeschlagen.

Schwierigkeiten bei der Nachbehandlung in Form von zu zögernder Bewegungszunahme traten bei 16 Arthrolysen und 5 Arthroplastiken auf.

Arthrolysen: Nur bei einer der 16 Arthrolysen konnte die zögernde Mobilisierung mit direkten Veränderungen am Gelenk erklärt werden (postoperative Myositis ossificans, Korrektüreingriff 3 Monate postop.: Entfernung von Verknöcherungen). Bei den übrigen 15 Arthrolysen lagen aber immer andere Faktoren wie längere postoperative Immobilisierung, längere präoperative Dauer der Gelenksteife, auswärtige Voroperationen oder schwere intraartikuläre Veränderungen vor, die zumindest einen Hinweis auf die Ursache der zögernden Mobilisierung gaben. Auffallend war weiterhin, daß alle 3 Patienten mit Arthrogryposis multipl. cong. eine Tendenz zur Wiederversteifung zeigten und daß allein 10 der 16 Problempatienten jünger als 15 Jahre waren. Therapeutisch wurde folgendermaßen vorgegangen: Abgesehen von dem Patienten mit postoperativer Myositis ossificans erhielten alle übrigen Patienten eine Quengelschiene oder einen Quengelpipsverband, die eine abwechselnde Beübung des Gelenkes auf Beugung und Streckung erlaubten. Intraartikuläre Kortikoid-Injektionen wurden zusätzlich bei 3 Patienten durchgeführt. Eine vorsichtige Narkosemobilisation wurde bei 2 Patienten vorgenommen (einmal 3 Wochen, einmal 6 Wochen postoperativ). Über die therapeutischen Maßnahmen im einzelnen und die Extensions-Flexionsbeweglichkeit bei Entlassung aus der stationären Behandlung im Vergleich zum präoperativen Zustand orientiert folgende Übersicht:

| <u>E/F präop.:</u> | <u>Therapeutische<br/>Maßnahme:</u>                                | <u>E/F bei<br/>Entlassung:</u> |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| 1) 0-55-75         | Quengelgips                                                        | 0-60-110                       |
| 2) 0-90-105        | Quengelgips,<br>Kortikoid-Injektionen                              | 0-70-115                       |
| 3) 0-15-25         | Quengelgips                                                        | 0-50-110                       |
| 4) 0-40-60         | Quengelgips                                                        | 0-35-100                       |
| 5) 0-50-100        | Quengelgips                                                        | 0-20-115                       |
| 6) 0-30-40         | Quengelgips                                                        | 0-25-90                        |
| 7) 0-20-65         | Quengelschiene<br>Kortikoid-Injektionen                            | 0-15-100                       |
| 8) 0-70-75         | Korrektüreingriff: Ent-<br>fernung myositischer<br>Verknöcherungen | 0-45-110                       |
| 9) 0-75-105        | Quengelschiene,<br>Narkosemob.                                     | 0-60-80                        |
| 10) 0-55-135       | Quengelgips,<br>Kortikoid-Injektionen                              | 0-20-60                        |
| 11) 0-130-130      | Quengelschiene,<br>Narkosemob.                                     | 0-70-80                        |
| 12) 0-5-5          | Quengelgips                                                        | 0-40-90                        |
| 13) 0-90-130       | Quengelgips                                                        | 0-20-100                       |
| 14) 0-90-110       | Quengelgips                                                        | 0-45-95                        |
| 15) 0-100-135      | Quengelgips                                                        | 0-40-70                        |
| 16) 0-0-10         | Quengelgips                                                        | 0-70-80                        |

Arthroplastiken: Eine direkte Veränderung am Gelenk als Ursache der zögernden Mobilisierung in Form einer postoperativen Myositis ossificans ließ sich ebenfalls nur bei einem der 5 Problempatienten eruieren (Korrektüreingriff 4 Monate postop.: Entfernung von Verknöcherungen). Bei 2 Patienten konnte die Tendenz zur Wiederversteifung nicht erklärt werden, bei 1 Patienten bestand die Gelenksteife schon längere Zeit (4,5 Jahre) und bei einem weiteren wurde wegen einer Olecranonpseudarthrose (s. Kap. 9.2.2.1.) lange immobilisiert. Über die therapeutischen Maßnahmen

und Ausgangs- und Entlassungsbeweglichkeiten informiert folgende Übersicht:

|    | <u>E/F präop.:</u> | <u>Therapeutische</u><br><u>Maßnahme:</u>                         | <u>E/F bei</u><br><u>Entlassung:</u> |
|----|--------------------|-------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| 1) | 0-75-110           | Quengelgips,<br>Röntgenbestrahlung                                | 0-35-75                              |
| 2) | 0-45-45            | Umstellgips                                                       | 0-30-90                              |
| 3) | 0-90-90            | Korrekturingriff: Ent-<br>fernung myositischer<br>Verknöcherungen | 0-20-100                             |
| 4) | 0-20-20            | Quengelschiene                                                    | 0-55-85                              |
| 5) | 0-45-45            | Quengelgips                                                       | 0-70-90                              |

#### 9.4. Nachuntersuchung

Von den 50 erfaßten Arthrolysen konnten alle 3 Arthrolysen bei Arthrogryposis multiplex congenita und 42 Arthrolysen bei erworbenen Gelenksteifen nachuntersucht werden. Der Zeitraum Operation - Nachuntersuchung erstreckte sich von 9,5 Monaten bis zu 20,5 Jahren, im Mittel betrug er 6,8 Jahre.

9 der 14 Arthroplastiken bei ausschließlich erworbenen Ellenbogengelenksteifen konnten in einem Zeitraum von minimal 10 Monaten bis maximal 23,7 Jahren post operationem nachuntersucht werden. Im Durchschnitt betrug die Zeit vom Operations- bis zum Nachuntersuchungstag 11,8 Jahre.

| Operationsmethode                     | Arthrolyse | Arthroplastik |
|---------------------------------------|------------|---------------|
| Operierte Gelenke                     | 57         | 17            |
| Durch Krankenblatt<br>erfaßte Gelenke | 50         | 14            |
| Nachuntersuchte Gelenke               | 45         | 9             |

#### 9.4.1. Kriterien der Nachuntersuchung

Für den Zeitraum von der Operation bis zur Nachuntersuchung wurde ein Minimum von 9 Monaten festgelegt, weil sich laut Literaturangaben erst dann verbindliche Aussagen über ein endgültiges Ergebnis machen lassen (2; 39; 86; 122; 173).

Die Nachuntersuchung gliederte sich in einen subjektiven und einen objektiven Teil, wobei alle Patienten nach dem gleichen Schema untersucht wurden.

Durch Befragen wurden folgende subjektiven Befunde erhoben:

- 1) Beurteilung des Gebrauchswertes des operierten Gelenkes (verbessert, unverändert, verschlechtert).
- 2) Durchführung von Maßnahmen der Körperhygiene mit dem operierten Arm (gut, eben, nicht möglich).
- 3) Möglichkeit des Tragens von Lasten mit dem operierten Arm (gut, eben, nicht möglich).
- 4) Schmerzen des operierten Gelenkes, wobei zur Differenzierung der verschiedenen Schmerzgrade folgende Einteilung verwendet wurde:

|      |                                                                          |
|------|--------------------------------------------------------------------------|
| ++++ | Ruheschmerzen                                                            |
| +++  | Störende bewegungsabhängige Schmerzen bereits ohne Belastung             |
| ++   | Störende bewegungsabhängige Schmerzen bei stärkerer Belastung            |
| +    | Leichte gelegentliche Schmerzen bei Überlastung oder extremen Bewegungen |
| ∅    | Keine Schmerzen                                                          |

- 5) Parästhesien.

- 6) Berufswechsel bzw. Berufsunfähigkeit wegen unzulängli-

cher Funktion des operierten Armes.

Im objektiven Teil der Nachuntersuchung wurde jedes operierte Gelenk auf folgende Kriterien hin untersucht:

- 1) Als globale Funktionsteste der oberen Extremität Prüfung von Mund-, Nacken- und Kreuzgriff (gut, eben, nicht möglich).
- 2) Minderung der groben Kraft im operierten Ellenbogengelenk im Vergleich zur Gegenseite (keine, geringe, mäßige, deutliche Minderung).
- 3) Oberarmumfangsminderung, gemessen vergleichend an beiden Oberarmen 15 cm oberhalb des Epikondylus radialis bei locker herabhängendem, nicht gespannten Arm.
- 4) Vorhandensein einer lateralen Instabilität des Ellenbogengelenkes bei entspannter Muskulatur in Extensionsstellung und (sofern möglich) bei 90 Grad Flexion (Angabe des größten Wertes).
- 5) Beweglichkeit des Ellenbogengelenkes in der Extensions-Flexionsebene (gemessen nach der Neutral-O-Methode).

Da das Operationsziel der Arthrolysen und Arthroplastiken im wesentlichen auf eine Verbesserung der Beuge-Streckfähigkeit ausgerichtet war, ist eine objektive Beurteilung der Verbesserung dieser Beweglichkeit, die die einzelnen Ergebnisse graduiert miteinander vergleichen läßt, unabdingbar. Dazu ist es jedoch wegen der verschiedenen Schweregrade der Ellenbogengelenkssteifen notwendig, einen Parameter zu finden, der diesen Einflußfaktor in der Bewertung eliminiert. Denn berücksichtigt man nur den gradmäßig erfaßbaren Bewegungszuwachs (absoluter Gewinn) als Differenz zwischen post- und präoperativer Beweglichkeit, so hängt diese Größe natürlich entscheidend von der Ausgangsbeweglichkeit ab und ist

damit nicht mehr vergleichbar (ein z.B. um  $50^{\circ}$  in der Beweglichkeit eingeschränktes Gelenk kann eben nie mehr als maximal  $50^{\circ}$  hinzugewinnen). Als eine für den Einzelfall aussagekräftigere Beurteilung der Verbesserung der Beuge-Streckfähigkeit des Ellenbogengelenkes führten aus diesem Grund CAUCHOIX und DEBURGE (24) 1965 den Begriff des "relativen Bewegungsgewinnes" (r.G.) bei Arthrolysen ein, der wegen seines häufigen Gebrauchs (12; 25; 30; 31; 39; 86; 122) auch hier Verwendung finden soll:

$$\begin{aligned} \text{relativer Gewinn (\%)} &= \frac{\text{absoluter Gewinn (Grad)}}{\text{möglicher Gewinn (Grad)}} = \\ &= \frac{\text{absoluter Gewinn}}{140^{\circ} - \text{präop. Beweglichkeit}} \end{aligned}$$

Als normale Beuge-Streckfähigkeit wird allgemein eine Beweglichkeit von 0-0-140 Grad angenommen.

Bsp.: Verbessert sich die Extensions-Flexionsfähigkeit des Ellenbogengelenkes von 0-30-90 auf 0-10-130 Grad, so bedeutet dies einen absoluten Gewinn von 60 Grad, aber einen relativen Gewinn von 75% (abs. Gew. : mögl. Gew. = 60 : 80).

Da durch den relativen Bewegungsgewinn allein der funktionelle Sektor der Beweglichkeit nicht erfaßt wird, muß auf ihn in einer Bewertung gesondert eingegangen werden.

#### a) Bewertungsschema für Arthrolysen:

Verwendet wurde ein von mehreren französischen Orthopäden angegebenes Bewertungsschema des relativen Bewegungsgewinnes (24; 25; 30; 31; 39), in das als Maß des funktionellen Sektors zusätzlich die Beugefähigkeit des Ellenbogengelenkes aufgenommen wurde. Voraussetzung für sehr gute bis befriedigende Ergebnisse waren völlige

Stabilität des Gelenkes und ausreichende Kraft für Alltag und Beruf.

|                      |                                                                                                         |
|----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <u>sehr gut:</u>     | $r.G. \geq 70\%$ , Beugung $\geq 120^\circ$                                                             |
| <u>gut:</u>          | $70\% > r.G. \geq 40\%$ , Beugung $\geq 120^\circ$                                                      |
| <u>befriedigend:</u> | $40\% > r.G. \geq 20\%$ , Beugung $\geq 110^\circ$                                                      |
| <u>schlecht:</u>     | $20\% > r.G.$ oder $r.G. > 20\%$ , aber<br>Beugung $< 110^\circ$ , unzureichende Kraft,<br>Instabilität |

Verschlechterung: Beweglichkeitsabnahme

#### b) Bewertungsschema für Arthroplastiken:

Voraussetzung für sehr gute bis befriedigende Ergebnisse war ebenfalls eine ausreichende Kraft für Alltag und Beruf. Wegen der Resektion der Gelenkflächen bei Arthroplastiken muß aber eine mögliche Gelenksinstabilität billigend in Kauf genommen werden und sich infolgedessen bei der Bewertung ausdrücken. Die zusätzliche Graduierung der Instabilitätsgrade erfolgte nach MERLE D'AUBIGNÉ und KERBOUL (122).

|                  |                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <u>sehr gut:</u> | $r.G. \geq 70\%$ , Beugung $\geq 120^\circ$ , keine Instabilität                                                                                                                                                                                                          |
| <u>gut:</u>      | $70\% > r.G. \geq 40\%$ , Beugung $\geq 120^\circ$ , keine<br>oder minimale laterale Instabilität<br>oder<br>$r.G. \geq 70\%$ , Beugung $\geq 120^\circ$ , laterale Instabilität bis $15^\circ$ bei Muskeler schlaffung,<br>die bei Muskelkontraktion völlig verschwindet |

- befriedigend:  $40\% > \text{r.G.} \geq 20\%$ , Beugung  $\geq 110^\circ$ , keine oder laterale Instabilität bis  $15^\circ$  bei Muskeler schlaffung, die bei Muskelkontraktion völlig verschwindet  
oder  
 $\text{r.G.} > 40\%$ , Beugung  $\geq 110^\circ$ , laterale Instabilität von  $15^\circ$  bis  $25^\circ$  bei Muskeler schlaffung, die durch Muskelkontraktion nur noch teilweise kompensierbar ist
- schlecht:  $\text{r.G.} < 20\%$  oder  $\text{r.G.} > 20\%$ , aber laterale Instabilität größer  $25^\circ$  bei Muskeler schlaffung, Schlottergelenke, Beugung  $< 110^\circ$

Verschlechterung: Beweglichkeitsabnahme

- 6) Unterarmumwendbeweglichkeit (gemessen nach der Neutral-0-Methode). Analog zur Beuge-Streckfähigkeit erfolgte auch hier eine Bewertung mittels des relativen Bewegungsgewinnes nach derselben prozentualen Graduierung wie im obengenannten Bewertungsschema für Arthrolysen (als normale Rotationsbeweglichkeit wurde eine Pronation/Supination von 90-0-90 Grad festgelegt).
- 7) Zur Beurteilung des Arthrosegrades oder des röntgenologischen Gelenkzustandes wurde von jedem Gelenk eine Röntgenaufnahme in anteroposteriorem und seitlichem Strahlengang angefertigt. Die graduelle Einstufung der Arthrose des Ellenbogengelenkes erfolgte in Anlehnung an ein von JÄGER und WIRTH (81) für das Kniegelenk angegebenes Schema, in dem nach dem Schweregrad arthrotischer Veränderungen in 4 Stadien eingeteilt wird:

keine Arthrose (Arthrosegrad 0):

keine röntgenologischen Veränderungen;

initiale Arthrose (Arthrosegrad I):

Gelenkspalt normal; angedeutete Ausziehungen an den Gelenkkörpern;

mäßige Arthrose (Arthrosegrad II):

mäßige Verschmälerung des Gelenkspaltes; mäßige subchondrale Sklerosierung; beginnende Abflachung der Humeruskondylen; Ausziehungen an den Gelenkkörpern; beginnende osteophytäre Randwulstbildung;

mittelgradige Arthrose (Arthrosegrad III):

häftige Verschmälerung des Gelenkspaltes; ausgeprägte subchondrale Sklerosierung; deutliche Entzündung der Humeruskondylen; osteophytäre Randwulstbildung; Knochenneubildung in den Fossae coronoideae und olecrani; beginnende Unruhe der Gelenkkonturierung und Aufrauung des Gelenkspaltes;

ausgeprägte Arthrose (Arthrosegrad IV):

Gelenkdestruktion mit ausgeprägter Verschmälerung bis Aufhebung des Gelenkspaltes; unruhige Randkontur; zystische Veränderungen der Gelenkkörper (Gefäßzysten); freie Gelenkkörper.

#### 2.4.2. Nachuntersuchungsergebnisse der Arthrolysen bei angeborenen Gelenksteifen (n=3)

Eine gesonderte Darstellung der Ergebnisse bei den 3 Patienten mit Arthrogryposis multiplex congenita ist deshalb gerechtfertigt, weil es sich bei diesem Krankheitsbild um eine angeborene Dystrophie des Muskel-Gelenk-Apparates

handelt und so die Ausgangssituation für einen mobilisierenden Eingriff im Gegensatz zu erworbenen Gelenksteifen eine unterschiedliche ist.

Die subjektiven und objektiven Nachuntersuchungsergebnisse - zum Teil im Vergleich mit präoperativen Befunden - zeigt folgende Übersicht (NU=Nachuntersuchung):

|                                             |                            |                        |                      |
|---------------------------------------------|----------------------------|------------------------|----------------------|
| Fall-Nr.<br>Name<br>Op.-Alter<br>Geschlecht | 1. B.R.<br>12 wbl          | 2. D.J.<br>14 ml       | 3. K.K.<br>4 wbl     |
| Zeit postop.                                | 12 Jahre                   | 18 Jahre               | 18 Jahre             |
| A) SUBJEKTIVE ERGEBNISSE:                   |                            |                        |                      |
| Gebrauchswert                               | verbessert                 | verschlechtert         | unverändert          |
| Körperhygiene                               | eben möglich               | eben möglich           | eben möglich         |
| Tragen von Lasten                           | nicht möglich              | nicht möglich          | eben möglich         |
| Schmerzen präop./NU                         | ø/ø                        | ø/ø                    | ø/ø                  |
| Parästhesien                                | keine                      | keine                  | keine                |
| Beruf                                       | Lebenshilfe-<br>werkstätte | kein<br>Beruf          | Sekretärin           |
| B) OBJEKTIVE ERGEBNISSE:                    |                            |                        |                      |
| Mundgriff                                   | nicht mögl.                | gut möglich            | gut möglich          |
| Nackengriff                                 | nicht mögl.                | nicht mögl.            | nicht mögl.          |
| Kreuzgriff                                  | nicht mögl.                | gut möglich            | gut möglich          |
| grobe Kraft                                 | nur passiv<br>beweglich(!) | deutlich<br>vermindert | gering<br>vermindert |
| Oberarm-<br>umfangs-<br>minderung           | 0 cm                       | 2,0 cm                 | 1,5 cm               |

| Fortsetzung: OBJEKTIVE ERGEBNISSE: |                             |                                                         |                      |
|------------------------------------|-----------------------------|---------------------------------------------------------|----------------------|
| Fall-Nr.                           | 1.                          | 2.                                                      | 3.                   |
| laterale Instabilität              | 0°                          | 0°                                                      | 0°                   |
| Ext./Flex.<br>präop.<br>NU         | 0-0-10<br>0-20-80<br>PASSIV | 0-100-135<br>0-75-100                                   | 0-90-110<br>0-90-110 |
| abs. Gew.<br>rel. Gew.             | 50 Grad<br>38%              | 0 Grad<br>0%                                            | 0 Grad<br>0%         |
| Pro./Sup.<br>präop.<br>NU          | 30-30-0<br>20-0-20          | 30-0-20<br>30-0-20                                      | 80-0-0<br>70-50-0    |
| abs. Gew.<br>rel. Gew.             | 40 Grad<br>22%              | 0 Grad<br>0%                                            | 0 Grad<br>0%         |
| Arthrosegrad<br>präop./NU          | 0/0                         | 0/0                                                     | 0/0                  |
| objektive Bewertung                | schlecht                    | verschlechtert<br>Ext.-Flex.-<br>Verlust von<br>10 Grad | schlecht             |

Alle 3 Patienten wiesen eine schwere körperliche Behinderung auf, die sich nicht nur aus der eingeschränkten Funktion des operierten Ellenbogengelenkes ergibt, sondern aus der Mitbeteiligung auch anderer Gelenke, die zum einen die Lokomotion beeinträchtigten und zum anderen durch zusätzliche Bewegungseinschränkung von Schulter- und Handgelenken den Freiheitsraum der oberen Extremität erheblich begrenzten. Besonders behindert war Patientin 1, weil bei ihr auch das kontralaterale Ellenbogengelenk in Extensionsstellung (0-10-15) versteift war. Bei den beiden anderen Patienten war das kontralaterale Gelenk hingegen ausreichend beweglich (0-30-130, 0-20-140), so daß zwar mit dem operierten Gelenk Maßnahmen der Körperhygiene nur eben möglich waren, aufgrund der Beweglichkeit der gegenseitig-

gen oberen Extremität aber dennoch keine Schwierigkeiten bereiteten. Anders bei der erstgenannten Patientin. Da die Bewegung im operierten Gelenk zudem nur passiv möglich war, konnte sie die einfachsten Maßnahmen der Körperhygiene wenigstens durch Abstützen dieses Armes vornehmen. Deshalb beurteilte sie auch als einzige den Gebrauchswert des operierten Ellenbogengelenkes als verbessert, während ihn die anderen beiden Patienten als unverändert bzw. verschlechtert einstufen. Einer geregelten Beschäftigung als Sekretärin konnte nur eine Patientin nachgehen, sie war gut an ihren Zustand adaptiert und wohnte auch alleine. Die beiden anderen Patienten lebten im Heim bzw. bei den Eltern.

Objektiv müssen alle 3 Eingriffe als Mißerfolge gewertet werden. Eine ausreichende Beuge-Streckfähigkeit des Ellenbogengelenkes stellte sich trotz intensiver Nachbehandlung in keinem Fall ein. Patientin 3 wies bei der Nachuntersuchung denselben Bewegungssektor wie präoperativ auf (0-90-110). Bei Patient 2 verschlechterte sich das präoperative Bewegungsausmaß um  $10^0$ , jedoch konnte die extreme Zügelhaltstellung beseitigt werden (0-100-135 → 0-75-100), was allerdings zu einem Verlust der funktionell wichtigen Beugefähigkeit führte. Bei Patientin 1 konnte zwar ein relativer Bewegungsgewinn von 38% erzielt werden, das Gelenk war aber nur passiv und zudem in einem funktionell ungünstigen Sektor beweglich (0-20-80). Die Unterarmumwendbeweglichkeit verbesserte sich in einem Fall (P/S 30-30-0 → 20-0-20), einmal blieb sie gleich (30-0-20) und einmal verminderte sie sich, wies aber einen funktionell günstigen Sektor auf (P/S 80-0-0 → 70-50-0, Sekretärin!).

9.4.3. Nachuntersuchungsergebnisse der Arthrolysen bei erworbenen Gelenksteifen (n=42)

A) Subjektive Ergebnisse:

|                                                                            |                                                                                      |
|----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Gebrauchswert des operierten Ellenbogengelenkes:                        | verbessert: 39<br>unverändert: 1<br>verschlechtert: 2                                |
| 2. Durchführung von Maßnahmen der Körperhygiene mit dem operierten Gelenk: | gut möglich: 35<br>eben möglich: 5<br>nicht möglich: 2                               |
| 3. Tragen von Lasten mit dem operierten Gelenk:                            | gut möglich: 25<br>eben möglich: 14<br>nicht möglich: 3                              |
| 4. Schmerzen:                                                              | ++++ 1<br>+++ 0<br>++ 0<br>+ 18<br>∅ 23                                              |
| 5. Parästhesien im Ausbreitungsgebiet des N. ulnaris:                      | 2                                                                                    |
| 6. Berufswechsel:                                                          | aus Neigung: 1<br>wegen Radialisparese: 1<br>wegen unzureichender Gelenksfunktion: 2 |

Abgesehen von 3 Gelenken wurde der Gebrauchswert des

operierten Ellenbogengelenkes immer als verbessert beurteilt und dokumentiert die große Zufriedenheit der Patienten mit dem Eingriff. Wenn auch die Durchführung von Maßnahmen der Körperhygiene mit dem operierten Gelenk bei 7 Patienten nur eben oder nicht möglich war, so traten trotzdem keine größeren Schwierigkeiten auf, weil der kontralaterale Arm immer eine ausreichende Funktion aufwies.

Das Tragen von Lasten war in 39 Fällen gut oder immerhin eben möglich. Allerdings wurde öfter eine Verminderung der Ausdauer und eine schnellere Ermüdbarkeit im operierten Gelenk angegeben. Wegen völliger Versteifung des Ellenbogengelenkes (2 Fälle) und wegen einer bereits vor der Arthrolyse bestehenden Radialisparese, bei der die Hand nur unvollkommen eingesetzt werden konnte, war das Tragen von Lasten bei 3 Patienten nicht möglich.

Schmerzen im Ellenbogengelenksbereich nach Arthrolyse stellten kein Problem dar. Nur ein Patient beklagte sich über ständige Ruheschmerzen. Alle übrigen Patienten bewahrten oder erhielten durch die Arthrolyse ein weitgehend oder vollständig schmerzfreies Gelenk und in keinem Fall war eine etwaige Schmerzhaftigkeit Ursache für persönliche Behinderung oder veranlaßte gar zur Einnahme von Schmerzmitteln. Es wurden entweder keine oder gelegentliche leichte Schmerzen nach Überlastung oder extremen Bewegungen angegeben. Einen Vergleich der präoperativen Schmerzbefunde mit denen bei der Nachuntersuchung zeigt folgende Übersicht:

| Schmerzgrad | ++++ | +++ | ++ | +  | Ø  |
|-------------|------|-----|----|----|----|
| präoperativ | 7    | 1   | 4  | 15 | 15 |
| NU          | 1    | 0   | 0  | 18 | 23 |

Eine präoperative stärkere Schmerzhaftigkeit des Gelenkes war meist durch Deformitäten des Radiusköpfchens mitbedingt und konnte in jedem Fall durch dessen zusätzliche Resektion beseitigt werden (8 Fälle). Die übrigen stärker schmerzhaften Gelenke wurden allein durch die Arthrolyse von Schmerzen befreit. Bei dem einzigen Patienten mit Ruheschmerzen bei der Nachuntersuchung entwickelten sich die Schmerzen erst nach einem längeren postoperativen Intervall und waren mit einer völligen Einsteifung des Gelenkes verbunden.

Die gelegentlichen Parästhesien im Ausbreitungsgebiet des N. ulnaris (2 Fälle) traten erst verzögert nach einem längeren postoperativen Intervall auf und waren von geringer Intensität.

Wegen der eingeschränkten Funktion ihres Ellenbogengelenkes wechselten 2 Patienten ihren Beruf. Sie wurden auf ärztliches Anraten hin von einem körperlich schwerer beanspruchenden Beruf (Fliesenleger, Drucker) auf leichtere Tätigkeiten umgeschult (Büroarbeit, Elektroniker), denen sie jetzt uneingeschränkt nachgehen können.

## B)\_Objektive\_Ergebnisse:

### 1) Globale Funktionsteste der oberen Extremität:

|              |               |    |
|--------------|---------------|----|
| Mundgriff:   | gut möglich   | 37 |
|              | eben möglich  | 3  |
|              | nicht möglich | 2  |
| Nackengriff: | gut möglich   | 32 |
|              | eben möglich  | 6  |
|              | nicht möglich | 4  |

|             |               |    |
|-------------|---------------|----|
| Kreuzgriff: | gut möglich   | 41 |
|             | eben möglich  | 0  |
|             | nicht möglich | 1  |

## 2) Minderung der groben Kraft:

|                                                      |    |
|------------------------------------------------------|----|
| keine Minderung                                      | 20 |
| geringe Minderung                                    | 10 |
| mäßige Minderung                                     | 7  |
| deutliche Minderung                                  | 3  |
| nicht beurteilbar<br>wegen völliger Ein-<br>steifung | 2  |

Bei der Beurteilung der groben Kraft muß berücksichtigt werden, daß die meisten Patienten bereits mit mehr oder weniger stark atrophierter Muskulatur zur Operation kamen. Dennoch war die Kraftminderung in keinem Fall so hochgradig, daß dadurch eine wesentliche Behinderung bei der Ausführung alltäglicher Aufgaben aufgetreten wäre. Sogar 2 Landwirte und 2 Sportstudenten äußerten sich völlig befriedigt über die Kraftentwicklung im arthrolysierten Gelenk. Ein Zusammenhang zwischen Kraftminderung und Sehnenverlängerungen ließ sich nicht nachweisen.

## 3) Oberarmumfangsminderung:

|          |    |
|----------|----|
| keine    | 11 |
| - 0,5 cm | 10 |
| - 1,5 cm | 10 |
| - 2,5 cm | 4  |
| - 3,5 cm | 7  |

Eine Abhängigkeit des Ausmaßes der Oberarmumfangsminderung von einer eventuell durchgeführten Verlängerung der Trizepssehne ließ sich ebenfalls nicht nachweisen.

#### 4) Instabilität:

Alle Ellenbogengelenke waren vollkommen stabil. Genauso wenig zeigte sich eine Neigung zu Subluxationen oder Luxationen des Ellenbogengelenkes.

#### 5) Beuge-Streckfähigkeit:

Wie schon im Kapitel "Kriterien der Nachuntersuchung" ausführlich dargestellt, ist das wesentlichste Kriterium des Erfolges einer Arthrolyse die Verbesserung der Beweglichkeit des Ellenbogengelenkes in der Extensions-Flexionsebene. Abb. 20 zeigt die absoluten Bewegungsgewinne bei den verschiedenen Gelenken.

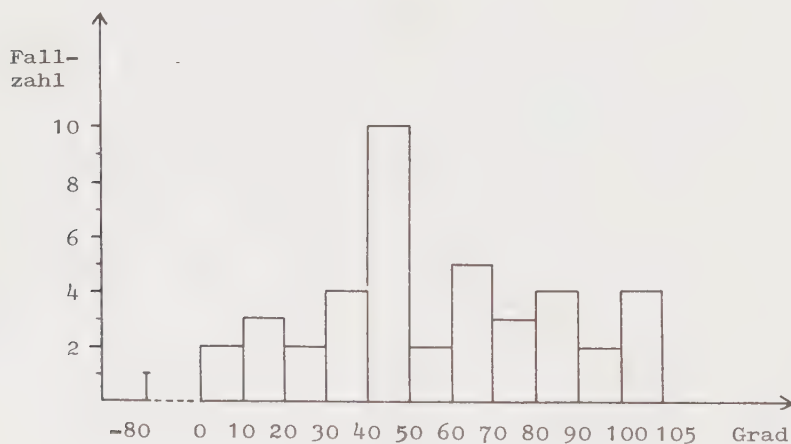


Abb. 20: Absoluter Bewegungsgewinn nach  
Arthrolyse (42 Fälle)

Der größte Bewegungszuwachs betrug  $105^{\circ}$ . In einem Fall resultierte eine Ankylose mit einem Bewegungsverlust von

80°. Durchschnittlich verbesserte sich die Beuge-Streckfähigkeit des Ellenbogengelenkes um 53°, die sich aus einem Zuwachs an Beugung von 35° und einem solchen an Streckung von 18° zusammensetzen. Bei einem mittleren relativen Bewegungsgewinn von 52% vergrößerte sich dabei der präoperative Bewegungsumfang insgesamt von 0-51-90 auf 0-33-125 Grad (Abb. 21).

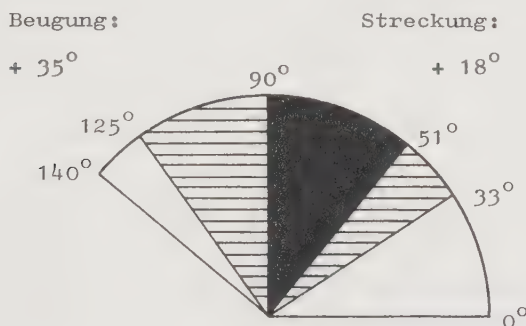


Abb. 21: Beweglichkeit des Ellenbogengelenkes vor (schwarz) und nach (schraffiert) Arthrolyse (42 Fälle)

Das Hauptgewicht der funktionellen Verbesserung des Gebrauchswertes des Armes lag also wesentlich auf einer Zunahme der aktiven Beugefähigkeit, die schließlich auch die wertvollere Bewegungskomponente des Ellenbogengelenkes darstellt. Dies drückt sich besonders in einer Betrachtung der Partialfunktionen von Beugung und Streckung vor und nach Arthrolyse aus. Während präoperativ 32 Gelenke weniger als 110° Beugung erreichten, lagen bei der Nachuntersuchung nur 3 Gelenke unter diesem Wert:

| Partialfunktion         | Anzahl      |                  |
|-------------------------|-------------|------------------|
|                         | präoperativ | Nachuntersuchung |
| Beugung:                |             |                  |
| $\geq 130^\circ$        | 6           | 23               |
| $120^\circ - 129^\circ$ | 2           | 11               |
| $110^\circ - 119^\circ$ | 2           | 5                |
| $< 110^\circ$           | 32          | 3                |
| Streckung:              |             |                  |
| $\leq 40^\circ$         | 19          | 32               |
| $41^\circ - 60^\circ$   | 10          | 6                |
| $> 60^\circ$            | 13          | 4                |

Die Bewertung der Ergebnisse erfolgte nach dem in Kapitel 9.4.1. aufgestellten Bewertungsschema für Arthrolysen. Folgende Übersicht gibt die den verschiedenen Bewertungsstufen zugehörigen mittleren Bewegungsumfänge (im Vergleich präoperativ - Nachuntersuchung (NU) ) und die durchschnittlichen absoluten (a.G.) und relativen (r.G.) Bewegungsgewinne wieder:

| Bewertung      | Fallzahl | Ext./Flex.<br>präop.<br>NU | a.G.       | r.G. |
|----------------|----------|----------------------------|------------|------|
| sehr gut       | 12       | 0-52- 84<br>0-19-135       | $85^\circ$ | 80%  |
| gut            | 17       | 0-44- 89<br>0-30-122       | $53^\circ$ | 56%  |
| befriedigend   | 9        | 0-63- 99<br>0-50-119       | $33^\circ$ | 31%  |
| schlecht       | 3        | 0-55- 85<br>0-58- 98       | $10^\circ$ | 9%   |
| verschlechtert | 1        | 0-55-135<br>0-40- 40       | --         | --   |

Insgesamt konnte bei 38 der 42 nachuntersuchten Arthrolysen bei erworbenen Gelenksteifen eine zufriedenstellende Verbesserung der Beuge-Streckfähigkeit erzielt werden. Bei 29 Gelenken - dies sind die sehr guten und guten Ergebnisse - war der funktionelle Zugewinn ein erheblicher. Betrachtet man die 4 Mißerfolge, die ausschließlich durch mangelnde Beweglichkeit und nie durch Instabilität bedingt waren, so konnte zumindest bei einem Patienten die Funktionsstellung mit zusätzlichem relativen Gewinn von 19% verbessert werden (von präop. 0-15-25 auf 0-70-105) und bei einem zweiten stellte sich ein kleines Plus an Beugung ein (präop. 0-20-100, Nachuntersuchung 0-25-110). Bei den übrigen beiden Patienten entwickelte sich in einem Fall eine Ankylose in schlechter Funktionsstellung (0-55-135 → 0-40-40) und im anderen wurde eine fibröse Gelenksteife nur in ihrer Funktionsstellung verschoben (0-130-130 → 0-80-80). D.h., daß letztendlich nur 2 Patienten überhaupt keinen Vorteil von der Operation hatten.

#### 6) Unterarmumwendbeweglichkeit:

24 der 42 nachuntersuchten Ellenbogengelenke wiesen sowohl präoperativ als auch bei der Nachuntersuchung eine freie oder nur geringgradig eingeschränkte Unterarmumwendbeweglichkeit auf, die unter funktionellen Gesichtspunkten keine Behinderung darstellte. Bei 18 Gelenken lag jedoch präoperativ eine erhebliche Einschränkung (Bewegungsamplitude kleiner oder gleich  $90^{\circ}$ ) der Rotationsfähigkeit vor. Deren durchschnittliche Bewegungsausmaße an Pronation und Supination vor der Arthrolyse und bei der Nachuntersuchung, die mittleren absoluten und relativen Bewegungsgewinne bei gleichzeitiger Bewertung dieser Teilergebnisse der Arthrolysen faßt nachstehende Übersicht zusammen:

| Bewertung    | Fall-<br>zahl | Pro./Sup.<br>präoperativ<br>Nachuntersuchung | abs.<br>Gew. | rel.<br>Gew. |
|--------------|---------------|----------------------------------------------|--------------|--------------|
| sehr gut     | 9             | 19-0-13<br>84-0-87                           | 138°         | 93%          |
| gut          | 4             | 26-0-14<br>69-0-48                           | 65°          | 52%          |
| befriedigend | 5             | 24-0-14<br>42-0-40                           | 44°          | 31%          |
| Mißerfolg    | 0             | - - -                                        | -            | -            |

Insgesamt verbesserte sich die Pronation/Supination bei den 18 Gelenken von 22-0-14 auf 69-0-65 Grad (abs. Gew.: 96°, rel. Gew.: 68%). In 9 von 18 Fällen konnte sogar eine vollständige oder nahezu vollständige Rotationsbeweglichkeit erreicht werden.

Vergleicht man die Bewegungsergebnisse, die durch alleinige Arthrolyse des radio-ulnaren Gelenkanteiles erzielt wurden, mit denen, die durch zusätzliche Resektion des Radiusköpfchens erzielt wurden, so ergibt sich folgendes Bild:

|                               | Arthrolyse mit<br>Resektion | Arthrolyse ohne<br>Resektion |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| Fallzahl                      | 11                          | 7                            |
| Pro./Sup.<br>präoperativ      | 15-0-15                     | 34-0-12                      |
| Pro./Sup.<br>Nachuntersuchung | 69-0-60                     | 70-0-72                      |
| abs. Gew.                     | 99°                         | 96°                          |
| rel. Gew.                     | 66%                         | 72%                          |

Auch ohne Resektion des Radiusköpfchens wurde also im Rahmen einer Arthrolyse eine gleichwertige Verbesserung der Unterarmumwendbeweglichkeit erreicht. Der Schweregrad der Versteifung war jedoch in den Fällen, wo man mit alleiniger Arthrolyse des radio-ulnaren Gelenkanteiles auskam, geringer als in denen, wo eine Resektion nötig war.

## 7) Röntgenologische Beurteilung:

Von entscheidendem Interesse ist die Frage, ob sich im Verlauf nach einer Arthrolyse eine Zunahme degenerativer Veränderungen des Ellenbogengelenkes einstellt. Bei 41 Gelenken (1 Arthrolyse resultierte in einer knöchernen Ankylose und konnte deshalb bzgl. des Arthrosegrades nicht beurteilt werden) konnte der präoperative Schweregrad der Arthrose mit dem bei der Nachuntersuchung festgestellten verglichen werden:

| Arthrosegrad     | 0 | I  | II | III | IV |
|------------------|---|----|----|-----|----|
| präoperativ      | 8 | 11 | 15 | 5   | 2  |
| Nachuntersuchung | 6 | 4  | 16 | 9   | 6  |

Der Anteil mittelgradiger und ausgeprägter Arthrosen hat sich gegenüber präoperativ mehr als verdoppelt. Der Arthrosegrad verschlechterte sich in 11 Fällen um 1 Grad, in 6 Fällen um 2 Grade. Nur bei 24 Gelenken ließ sich keine Zunahme arthrotischer Veränderungen des Ellenbogengelenkes feststellen. Darunter befanden sich auch mehrere Fälle von Langzeitbeobachtungen (6 Fälle, länger als 10 Jahre), was beweist, daß eine Progredienz keineswegs obligat ist. Andererseits steht die Zeitabhängigkeit der Zunahme arthrotischer Veränderungen außer Fra-

ge: Während bei einem postoperativen Verlauf von mehr als 5 Jahren (durchschnittlich 10,3 Jahre) 11 von 19 Gelenken eine Verschlechterung des Arthrosegrades aufwiesen, ließen bei einem Verlauf von weniger als 5 Jahren (durchschnittlich 2,4 Jahre) nur 6 von 22 Gelenken eine Zunahme arthrotischer Veränderungen erkennen.

Paradoxerweise korrespondierten Schweregrad arthrotischer Veränderungen und Schmerzhaftigkeit des Ellenbogengelenkes nicht miteinander, was darauf beruhen mag, daß das Ellenbogengelenk im Gegensatz zum Kniegelenk ein nicht statisch belastetes ist.

#### 2.4.3.1. Faktoren, die das Ergebnis einer Arthrolyse beeinflussen können

Im Folgenden werden die 42 nachuntersuchten Arthrolysen bei erworbenen Gelenksteifen in Abhängigkeit von verschiedenen Bestimmungsgrößen betrachtet, die Einfluß auf das funktionelle Bewegungsergebnis in der Extensions-Flexionsebene nehmen können.

1) In der Regel verbesserte sich die bei der Entlassung aus der stationären Behandlung erreichte Beuge-Streckfähigkeit des Ellenbogengelenkes im weiteren Verlauf nicht unerheblich, wobei die Konstanz eines einmal erreichten Beweglichkeitsausmaßes auch über lange Zeit kennzeichnend ist. Bei 34 Gelenken nahmen Extension und Flexion noch durchschnittlich um etwa  $20^{\circ}$  Grad zu. Dabei profitierte vor allem die Beugefähigkeit. Es erhöhte sich in diesen Fällen der mittlere relative Bewegungsgewinn von 35% bei der Entlassung auf 56% bei der Nachuntersuchung. In einem Fall wurde die bei der Entlassung erreichte Beweglichkeit beibehalten. Bei 7 Gelenken verringerte sie sich, wobei zweimal eine

völlige Versteifung eintrat und sich in 5 Fällen der erreichte Bewegungsspielraum um durchschnittlich  $12^{\circ}$  verringerte. Diese Verschlechterung des Bewegungsausmaßes ging bei den letztgenannten 5 Fällen immer auf Kosten der Streckung, während die Beugefähigkeit bei 3 Gelenken sogar zunahm, was trotz absoluter Abnahme der Bewegungsamplitude zu einer Verbesserung des funktionellen Sektors führte.

| rel. Gew.   | bei Entlassung | bei Nachuntersuchung |
|-------------|----------------|----------------------|
| $\geq 70\%$ | 3              | 12                   |
| 40% - 69%   | 13             | 17                   |
| 20% - 39%   | 20             | 9                    |
| $< 20\%$    | 6              | 4                    |

2) Die Aussage: je größer der intraoperativ erzielte Bewegungszuwachs, desto größer die endgültige Beweglichkeit erscheint auf den ersten Blick einsichtig. Diese Tatsache muß jedoch betont werden, weil ein intraoperativ erhaltener Bewegungsgewinn nur in Ausnahmen gehalten werden konnte (3 Fälle) oder sich geringfügig verbesserte (5 Fälle). Bei den übrigen Gelenken - abgesehen von den 4 Mißerfolgen - verschlechterte er sich im Durchschnitt um  $30^{\circ}$ .

3) Die Abhängigkeit des funktionellen Bewegungsergebnisses vom Zeitpunkt des Beginns der postoperativen Nachbehandlung zeigt umseitige Übersicht. Die besten Resultate konnten bei Frühmobilisation innerhalb der ersten 3 postoperativen Tage erzielt werden, was einem durchschnittlichen relativen Bewegungsgewinn von 63% entspricht. Bei einem Übungsbeginn nach dem 8. postoperativen Tag betrug dieser im Mittel nur 48%. Auffällig war auch, daß bei Patienten mit zögernder

postoperativer Mobilisierung und Tendenz zur erneuten Einsteifung die Nachbehandlung meist erst in der 2. postoperativen Woche aufgenommen wurde.

| Beginn der Nachbehandlung | Fallzahl | relativer Gewinn |           |          |
|---------------------------|----------|------------------|-----------|----------|
|                           |          | $\geq 40\%$      | 20% - 39% | $< 20\%$ |
| 1.-3. postop. Tag         | 9        | 9                | 0         | 0        |
| 4.-7. postop. Tag         | 14       | 10               | 2         | 2        |
| 8. postop. Tag und später | 19       | 10               | 7         | 2        |

4) Die Prognose einer Arthrolyse verschlechtert sich mit zunehmender Dauer der Ellenbogengelenkssteife. Während bei einem Zeitraum zwischen Trauma bzw. Erkrankungsbeginn und Operation von weniger als 1 Jahr in 4 Fünftel der Fälle ein relativer Bewegungsgewinn von größer oder gleich 40% erzielt werden konnte, war dies bei einem Intervall von mehr als einem Jahr nur mehr in der Hälfte der Fälle möglich.

| Zeitraum Trauma- bzw. Erkrankungsbeginn-Op. | Fallzahl | relativer Gewinn |          |
|---------------------------------------------|----------|------------------|----------|
|                                             |          | $\geq 40\%$      | $< 40\%$ |
| kleiner 1 Jahr                              | 25       | 20               | 5        |
| größer 1 Jahr                               | 17       | 9                | 8        |

5) Ein Vergleich der funktionellen Bewegungsergebnisse in Abhängigkeit vom Operationsalter ergab folgendes Bild:

| relativer Gewinn        | Altersgruppen (Jahre) |         |         |
|-------------------------|-----------------------|---------|---------|
|                         | 8 - 14                | 15 - 50 | 60 - 69 |
| $r.G. \geq 70\%$        | 2                     | 9       | 1       |
| $70\% > r.G. \geq 40\%$ | 3                     | 11      | 3       |
| $40\% > r.G. \geq 20\%$ | 1                     | 8       | 0       |
| $20\% > r.G. \geq 0\%$  | 1                     | 2       | 0       |
| Bewegungsverlust        | 1                     | 0       | 0       |

Mißerfolge traten bei Kindern (8-14 Jahre) in 1 Viertel der Fälle auf, bei der Jugendlichen- und Erwachsenengruppe (15-50 Jahre) jedoch nur in 1 von 30 Fällen. Der Anteil sehr guter und guter Bewegungsergebnisse ( $r.G. \geq 40\%$ ) war hingegen in beiden Altersgruppen etwa gleich groß (jeweils 1 Drittel der Fälle). Überraschend gut waren die Ergebnisse bei den 4 Patienten in höherem Lebensalter (60-69 Jahre).

6) Schwierigkeiten bei der Nachbehandlung in Form von zögernder Mobilisierung mit Tendenz zur Wiederversteifung beeinflussten die Ergebnisse negativ. Eine Gegenüberstellung der Bewegungsergebnisse der Arthrolysen mit (11 Fälle) und ohne (31 Fälle) zögernder Mobilisierung in der Nachbehandlungsphase belegt diese Tatsache:

| relativer Gewinn        | zögernde Mobilisierung | keine zögernde Mobilisierung |
|-------------------------|------------------------|------------------------------|
| $r.G. \geq 70\%$        | 1                      | 11                           |
| $70\% > r.G. \geq 40\%$ | 4                      | 13                           |
| $40\% > r.G. \geq 20\%$ | 3                      | 6                            |
| $20\% > r.G. \geq 0\%$  | 2                      | 1                            |
| Bewegungsverlust        | 1                      | 0                            |

7) Betrachtet man den relativen Gewinn an Beuge-Streckfähigkeit in Abhängigkeit vom präoperativen Schweregrad der Arthrose des Ellenbogengelenkes, so ergibt sich, daß bei den Arthrosegraden 0-II ein durchschnittlicher relativer Bewegungsgewinn von 55% erzielt werden konnte, während derselbe bei den Graden III und IV nur 36% betrug.

8) Die Darstellung der durchschnittlichen gradmäßigen Zunahme der Beuge-Streckfähigkeit des Ellenbogengelenkes in Abhängigkeit vom Schweregrad der Steife zeigt, daß sich der mittlere absolute Bewegungsgewinn mit abnehmendem Schweregrad der Gelenksteife deutlich vermindert;

| Präoperative Beweglichkeit | Fallzahl | mittlerer abs. Gew. |
|----------------------------|----------|---------------------|
| 0° - 30°                   | 21       | 63°                 |
| 31° - 60°                  | 12       | 58°                 |
| 61° - 90°                  | 7        | 21°                 |
| > 90°                      | 2        | 28°                 |

Während bei schwersten und schweren Steifen ein mittlerer absoluter Bewegungsgewinn von 63° bzw. 58° erreicht wurde, konnten bei mittel- und geringgradigen Steifen nur mehr durchschnittlich 21° bzw. 28° hinzugewonnen werden. Die am stärksten behinderten Patienten zogen also den größten funktionellen Nutzen aus dem Eingriff.

9) Die funktionellen Bewegungsergebnisse in Abhängigkeit von der Position der versteiften Gelenke boten ein überraschendes Bild. Gerade die funktionell am stärksten behindernden Steifen in Extensionsstellung profitierten am meisten von der Arthrolyse. Die Beugefähigkeit konnte hier durchschnittlich um 69° verbessert werden, während die

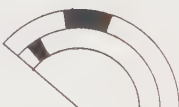
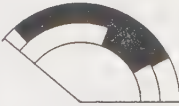
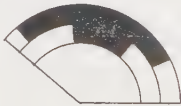
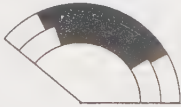
Streckung nur unwesentlich um durchschnittlich  $2^{\circ}$  zunahm (13 Fälle). Der mittlere relative Gewinn betrug 58%.

Bei Steifen in intermediärer Stellung (27 Fälle) waren mittlerer Beuge- und Streckgewinn gleichmäßig mit je  $22^{\circ}$  auf beide Seiten verteilt (mittlerer relativer Gewinn: 49%).

Die schlechtesten Bewegungsergebnisse wiesen Steifen in Flexionsstellung auf (2 Fälle). Was an Streckung gewonnen wurde, ging auf Seiten der Beugung verloren (mittlerer rel. Gew.: 14%; mittlerer abs. Gew.:  $18^{\circ}$ ).

Abb. 22 faßt die durchschnittlichen Bewegungsergebnisse in Abhängigkeit von Position und Schweregrad der Ellenbogengelenkssteifen optisch zusammen.

**Abb. 22:** Darstellung der mittleren Bewegungsgewinne an Beugung und Streckung der 42 nachuntersuchten Arthrolysen bei erworbenen Gelenksteifen in Abhängigkeit von Position und Schweregrad der Steifen (modifiziert nach MERLE D'AUBIGNÉ u. KERBOUL (122) ); die ideale Beweglichkeit des Ellenbogengelenkes wird durch 2 konzentrische Kreissektoren von  $140^\circ$  repräsentiert (weiß), die schwarzen Sektoren kennzeichnen die effektive Beweglichkeit vor der Arthrolyse (innerer Bogen) und bei der Nachuntersuchung (äußerer Bogen).

| präop.<br>Amplitude                                | Steife in<br>Extensionsstellung                                                                                                                                    | Steife in<br>Intermediärstellung                                                                                                                                    | Steife in<br>Flexionsstellung                                                                                                                                       |
|----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $0^\circ - 30^\circ$<br>schwerste<br>Steife        |  <p>präop.: 0-42- 53<br/>           postop.: 0-40-125<br/>           10 Fälle</p> |  <p>präop.: 0-74- 99<br/>           postop.: 0-39-125<br/>           9 Fälle</p>   |  <p>präop.: 0-121-131<br/>           postop.: 0- 72-100<br/>           2 Fälle</p> |
| $31^\circ - 60^\circ$<br>schwere<br>Steife         |  <p>präop.: 0-30- 70<br/>           postop.: 0-28-132<br/>           3 Fälle</p>  |  <p>präop.: 0-51- 97<br/>           postop.: 0-27-131<br/>           9 Fälle</p>   |                                                                                                                                                                     |
| $61^\circ - 90^\circ$<br>mittelgra-<br>dige Steife |                                                                                                                                                                    |  <p>präop.: 0-33-109<br/>           postop.: 0-30-116<br/>           7 Fälle</p>  |                                                                                                                                                                     |
| $90^\circ$<br>geringgra-<br>dige Steife            |                                                                                                                                                                    |  <p>präop.: 0-30-135<br/>           postop.: 0- 8-140<br/>           2 Fälle</p> |                                                                                                                                                                     |

9.4.4. Nachuntersuchungsergebnisse der Arthroplastiken  
(n=9)

Im Gegensatz zu den Arthrolysen wurden alle Arthroplastiken wegen erworbener Gelenksteifen durchgeführt.

A) Subjektive Ergebnisse:

|                                                                            |                                                       |
|----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| 1. Gebrauchswert des operierten Ellenbogengelenkes:                        | verbessert: 6<br>unverändert: 2<br>verschlechtert: 1  |
| 2. Durchführung von Maßnahmen der Körperhygiene mit dem operierten Gelenk: | gut möglich: 6<br>eben möglich: 0<br>nicht möglich: 3 |
| 3. Tragen von Lasten mit dem operierten Gelenk:                            | gut möglich: 4<br>eben möglich: 2<br>nicht möglich: 3 |
| 4. Schmerzen:                                                              | ++++ 0<br>+++ 1<br>++ 1<br>+ 3<br>∅ 4                 |
| 5. Parästhesien im Ausbreitungsgebiet des N. ulnaris:                      | 2                                                     |
| 6. Berufswechsel wegen unzureichender Gelenksfunktion:                     | 1                                                     |

Nur 2 Drittel der nachuntersuchten Patienten beurteilten den Gebrauchswert des operierten Ellenbogengelenkes als verbessert.

Da das kontralaterale Ellenbogengelenk immer frei beweglich war, bereitete die Durchführung von Maßnahmen der Körperhygiene keine besonderen Schwierigkeiten, obwohl diese allein mit dem operierten Gelenk in 3 Fällen nicht möglich waren.

Schwerere Lasten konnten von 3 Patienten nicht getragen werden, es fehlte an entsprechender Kraft und Ausdauer des Ellenbogengelenkes. 2 der 3 Patienten wiesen zudem ein schlechtes Bewegungsergebnis auf.

Ruheschmerzen im Ellenbogengelenksbereich traten bei keinem Patienten auf. Dagegen klagten 2 Patienten über bewegungsabhängige Schmerzen (einmal ohne stärkere Belastung, einmal erst bei stärkerer Belastung). Die übrigen 7 Patienten waren entweder völlig schmerzfrei oder verspürten nur leichte gelegentliche Schmerzen bei Überlastung oder extremen Bewegungen. Ein Vergleich mit den präoperativen Schmerzbefunden zeigt, daß eine Arthroplastik bestehende Schmerzzustände durchaus positiv beeinflusst:

| Schmerzgrad      | ++++ | +++ | ++ | + | Ø |
|------------------|------|-----|----|---|---|
| präoperativ      | 4    | 1   | 1  | 0 | 3 |
| Nachuntersuchung | 0    | 1   | 1  | 3 | 4 |

Die 4 von Ruheschmerzen geplagten Patienten konnten alle durch den Eingriff gebessert werden.

2 Patienten klagten über gelegentliche Parästhesien im Ausbreitungsgebiet des N. ulnaris. Dabei lagen diese

im einen Fall bereits postoperativ vor, während sie sich im anderen erst verzögert im weiteren Verlauf entwickelten.

Seinen Beruf mußte 1 Patient wegen zu geringer Kraft und Beweglichkeit des Ellenbogengelenkes wechseln (Posaunist → Kraftfahrer). Der Wechsel fand bereits vor der Arthroplastik statt, die ihm die Rückkehr zur alten Profession ermöglichen sollte. Die übrigen Patienten konnten ihren beruflichen Pflichten, die immer in leichter körperlicher Arbeit oder Bürotätigkeit bestanden, gut nachkommen.

#### B)\_Objektive\_Ergebnisse:

##### 1) Globale Funktionsteste der oberen Extremität:

|              |               |   |
|--------------|---------------|---|
| Mundgriff:   | gut möglich   | 6 |
|              | eben möglich  | 0 |
|              | nicht möglich | 3 |
| Nackengriff: | gut möglich   | 4 |
|              | eben möglich  | 2 |
|              | nicht möglich | 3 |
| Kreuzgriff:  | gut möglich   | 6 |
|              | eben möglich  | 1 |
|              | nicht möglich | 2 |

##### 2) Minderung der groben Kraft:

|                     |   |
|---------------------|---|
| keine Minderung     | 1 |
| geringe Minderung   | 2 |
| mäßige Minderung    | 3 |
| deutliche Minderung | 3 |

Die Kraftleistung des Gelenkes reichte aber in jedem

Fall für alltägliche Tätigkeiten aus.

3) Oberarmumfangsminderung:

|          |   |
|----------|---|
| keine    | 0 |
| - 0,5 cm | 2 |
| - 1,5 cm | 1 |
| - 2,5 cm | 2 |
| - 3,5 cm | 3 |
| 3,6 cm   | 1 |

4) Laterale Instabilität:

|     |   |
|-----|---|
| 0°  | 7 |
| 5°  | 1 |
| 10° | 1 |

Die geringe laterale Instabilität der 2 Gelenke bestand nur bei Muskelrelaxation und konnte durch Muskelkontraktion vollständig kompensiert werden.

5) Beuge-Streckfähigkeit:

Der größte Bewegungszuwachs betrug  $140^{\circ}$ , der geringste  $15^{\circ}$  und in 1 Fall verschlechterte sich die präoperative Beweglichkeit um  $10^{\circ}$ . Insgesamt verbesserte sich die Beuge-Streckfähigkeit der nachuntersuchten Ellenbogengelenke um durchschnittlich  $53^{\circ}$  von 0-55-75 auf 0-41-114 Grad (Abb. 23). Dies entspricht einem mittleren relativen Bewegungsgewinn von 44%. Wie bei den Arthrolysen dominierte auch bei den Arthroplastiken die Zunahme der aktiven Beugefähigkeit (Beugung:  $+39^{\circ}$ , Streckung:  $+14^{\circ}$ ). Während präoperativ 8 Patienten weniger als  $110^{\circ}$  Beugung erreichten, lagen bei der Nachuntersuchung nur noch 3 der 9 Patienten unter diesem Grenzwinkel.

Beugung:

Streckung:

+ 39°

+ 14°

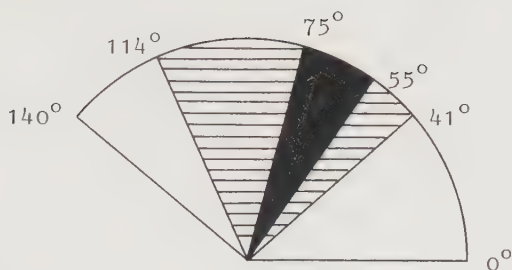


Abb. 23: Durchschnittliche Beweglichkeit der nach-  
untersuchten Ellenbogengelenke vor (schwarz)  
und nach (schraffiert) Arthroplastik



Abb. 24: Beuge-Streckbeweglichkeit des Ellenbogengelenkes  
bei den einzelnen Patienten; linke Säule: prä-  
operativ, rechte Säule: bei Nachuntersuchung

Abb. 24 stellt in Form eines Säulendiagramms die prä- und postoperative Beuge-Sreckfähigkeit der 9 nach-untersuchten Ellenbogengelenke gegenüber. Ein zufriedenstellender Bewegungssektor stellte sich nur bei 6 Gelenken ein, bei 3 Gelenken war er ungenügend (Patienten-Nr. 6,7 u. 9, s. Abb. 24; Beugung in allen 3 Fällen unter  $100^{\circ}$ ). Unter den 3 Gelenken mit schlechter Bewegungsfunktion befand sich auch die atypische Arthroplastik zwischen Humerus und Radius nach Ellenbogengelenksosteomyelitis, die im frühen postoperativen Zeitraum ein gute Beweglichkeit versprach (E/F: 0-15-100), deren primärer Bewegungserfolg aber im weiteren Verlauf bis zur Nachuntersuchung (12 Jahre) durch rezidivierende Osteomyelitiden zunichte gemacht wurde (E/F bei Nachuntersuchung: 0-60-75).

Im einzelnen wurden nachstehende relativen Bewegungsgewinne erzielt:

|                       |   |
|-----------------------|---|
| r.G. $\geq$ 70%       | 1 |
| 70% > r.G. $\geq$ 40% | 3 |
| 40% > r.G. $\geq$ 20% | 3 |
| 20% > r.G. $\geq$ 0%  | 1 |
| Bewegungsverlust      | 1 |

Aufgrund des im Kapitel "Kriterien der Nachuntersuchung" angegebenen Bewertungsschemas für Arthroplastiken konnte unter Berücksichtigung der Faktoren Kraft, Stabilität, funktioneller Sektor und Bewegungsgewinn an Beugung und Streckung folgende Gesamtbeurteilung vorgenommen werden:

| Bewertung      | Fallzahl |
|----------------|----------|
| sehr gut       | 0        |
| gut            | 3        |
| befriedigend   | 3        |
| schlecht       | 2        |
| verschlechtert | 1        |

Für die 3 Mißerfolge ist zu betonen, daß sie ausschließlich auf einer mangelnden Beuge-Streckfähigkeit des Ellenbogengelenkes beruhten, aber nie durch höhere Grade von Instabilität oder durch extreme Kraftminderung bedingt waren.

#### 6) Unterarmumwendbeweglichkeit:

Bei 6 der 9 nachuntersuchten Patienten lag präoperativ zusätzlich eine erhebliche Einschränkung der Unterarmumwendbeweglichkeit vor (Bewegungsamplitude kleiner oder gleich  $90^{\circ}$ ). Dreimal wurde deshalb das Radiusköpfchen reseziert, einmal im Rahmen der atypischen Arthroplastik angefrischt und zweimal kam man mit einer Lösung radio-ulnarer Verwachsungen aus. Die Nachuntersuchungsergebnisse bei den 6 Umwendsteifen zeigt folgende Übersicht (Numerierung der Patienten wie in Abb. 24, A = atypische Arthroplastik, R = Radiusköpfchenresektion):

| Fall-Nr. | Pro./Sup.<br>präoperativ<br>Nachuntersuchung | a.G.             | r.G. | Bewertung      |
|----------|----------------------------------------------|------------------|------|----------------|
| 1        | 45-0-10<br>65-0-90                           | 100 <sup>0</sup> | 80%  | sehr gut       |
| 3<br>(R) | 0-0- 0<br>10-0-90                            | 100 <sup>0</sup> | 56%  | gut            |
| 4<br>(R) | 20-0- 0<br>90-0-80                           | 150 <sup>0</sup> | 94%  | sehr gut       |
| 6        | 60-0-30<br>30-0- 0                           | -                | -    | verschlechtert |
| 7<br>(R) | 0-0- 0<br>40-30-0                            | 10 <sup>0</sup>  | 6%   | schlecht       |
| 9<br>(A) | 20-20-0<br>30-30-0                           | 0 <sup>0</sup>   | 0%   | schlecht       |

Nur bei 3 Patienten wurde eine ausreichende Verbesserung der Rotationsbeweglichkeit erzielt. Die 3 Mißerfolge bei der Wiederherstellung der Unterarmumwendbeweglichkeit betrafen dieselben Patienten, bei denen auch die Verbesserung der Beuge-Streckfähigkeit fehlschlug.

3 der 9 nachuntersuchten Patienten wiesen sowohl präoperativ als auch zur Nachuntersuchung eine freie oder nur unbedeutend eingeschränkte Rotationsbeweglichkeit des Unterarmes auf.

#### 7) Röntgenologische Beurteilung:

Entsprechend der Natur des Eingriffes war bei den Arthroplastiken die präoperative Gelenkform nicht mehr nachweisbar. Es konnte deshalb auch kein prä-/postoperativer Vergleich hinsichtlich des Arthrosegrades der Gelenke durchgeführt werden, wenn nach Resektion des Gelenkknorpels per definitionem überhaupt noch von Arthrose

gesprochen werden darf. Alle Gelenke wiesen indes Veränderungen auf, die einer "Arthrose" der Grade III oder IV entsprachen, wobei es sich aber weniger um produktiv "arthrotische" Veränderungen als vielmehr um degenerativ "Verschleiß"-Erscheinungen handelte. Der Gelenkspalt war entweder aufgehoben oder zumindest stark verschmälert und kaum mehr einsehbar. Die Gelenkkonturen waren mehr oder weniger unruhig und verwaschen. Gerade bei Patienten mit längerem postoperativen Verlauf (mehr als 10 Jahre) kam es zu deutlichen Sklerosierungen der Gelenkkörper.

Nur in 1 Fall entwickelten sich (postoperativer Verlauf von 5 Jahren) resorptive Veränderungen der humeralen Gelenkfläche, die zu einer angedeuteten Gabelbildung des distalen Humerusendes führten, die die geringe laterale Instabilität von  $10^{\circ}$  bei Muskeler schlaffung erklärt (Fall-Nr. 4, s. Abb. 24, gutes Ergebnis).

In einem weiteren Fall bot der röntgenologische Aspekt des Gelenkes ein der Chondromatose ähnliches Bild mit gleichzeitiger Deformierung in der gesamten Breite des Humeruskondylus (Fall-Nr. 5, s. Abb. 24, befriedigendes Ergebnis).

Bei den 3 Mißerfolgen (Fall-Nr. 6, 7 u. 9, s. Abb. 24) ließen sich nur im Fall der atypischen Arthroplastik nach Ellenbogengelenksosteomyelitis schwerwiegende knöcherne Bewegungshindernisse in Form von massivsten periartikulären Ossifikationen erkennen. Allerdings war bei allen 3 Gelenken die Gelenkkongruenz doch stärker beeinträchtigt.

Zusammenfassend muß betont werden, daß eine Beurteilung der Gelenksfunktion allein vom röntgenologischen

Befund her unmöglich war, wohl aber eine Abhängigkeit des funktionellen Ergebnisses von der Kongruenz der geschaffenen Gelenkflächen bestand.

#### 2.4.4.1. Faktoren, die das Ergebnis einer Arthroplastik beeinflussen können

Analog den Arthrolysen sollen die Nachuntersuchungsergebnisse der 9 Arthroplastiken in Abhängigkeit von verschiedenen Bestimmungsgrößen betrachtet werden, die Einfluß auf das funktionelle Endergebnis nehmen können. Wegen der geringen Fallzahl der nachuntersuchten Patienten darf bei den folgenden Aussagen jedoch kein Anspruch auf Allgemeingültigkeit erhoben werden.

1) Die Veränderung der Beuge-Streckfähigkeit im Zeitraum von der Entlassung aus der stationären Behandlung bis zur Nachuntersuchung war sehr heterogen. Bei 4 Patienten nahm die Beweglichkeit zu (durchschnittlich um  $20^{\circ}$ ), bei einem blieb sie unverändert und bei 4 nahm sie ab (durchschnittlich um  $22^{\circ}$ ), wobei aber bei 2 der letztgenannten 4 Patienten die funktionell wichtigere Beugefähigkeit auf Kosten der Streckung trotzdem zunahm (jeweils um  $20^{\circ}$ ). Bei den Arthroplastiken darf im Gegensatz zu den Arthrolysen also weniger häufig mit einer positiven Beweglichkeitsentwicklung im längerfristigen postoperativen Verlauf gerechnet werden. War andererseits ein ausreichender Bewegungsspielraum einmal erreicht, so konnte dieser über Jahre hinweg dauerhaft gehalten werden (Fälle Nr. 1, 2 u. 4 (s. Abb. 24) mit postoperativen Beobachtungsdauern von 12, 9 und 5,3 Jahren).

2) Die Extensions-Flexionsfähigkeit bei der Nachuntersuchung lag in jedem Fall unter dem intraoperativ erreichten Ausmaß.

Abgesehen von den 3 Mißerfolgen (Bewegungsabnahme von  $66^{\circ}$ ,  $105^{\circ}$  und  $120^{\circ}$ ) betrug die durchschnittliche Abnahme der intraoperativ erreichten Beweglichkeit  $21^{\circ}$ .

3) Der Beginn der Nachbehandlung beeinflusste die Extensions-Flexionsbeweglichkeit des Ellenbogengelenkes entscheidend. Wurde diese am 3.- 6. postoperativen Tag begonnen (Fall-Nr. 2, 3, 4 u. 8, s. Abb. 24), ergab sich ein durchschnittlicher relativer Bewegungsgewinn von 71%, während bei späterer Aufnahme der Nachbehandlung (12.- 21. postop. Tag, Fall-Nr. 1, 5, 6, 7 u. 9, s. Abb. 24) nur durchschnittlich 20% erreicht wurde. Alle 3 Mißerfolge befanden sich in dieser Gruppe.

4) Der Bewegungszuwachs nach Arthroplastik verschlechterte sich mit zunehmender Dauer der Gelenksteife. Bei einem Zeitraum zwischen Trauma bzw. Erkrankungsbeginn und Operation von weniger oder gleich 1 Jahr betrug der durchschnittliche relative Bewegungsgewinn 51% (5 Fälle), bei einem solchen von mehr als einem Jahr (4 Fälle: 16, 20, 34 und 54 Monate) 34%.

5) Eine Abhängigkeit des funktionellen Ergebnisses vom Operationsalter der Patienten ließ sich nicht nachweisen, da weder im höheren Lebensalter noch vor Schluß der Epiphysenfugen operiert wurde (Altersspanne: 14,5 bis 38 Jahre).

6) Schwierigkeiten bei der Nachbehandlung in Form von zögernder Mobilisation mit Tendenz zur Wiedereinsteifung traten bei 3 nachuntersuchten Patienten auf. Der durchschnittliche relative Bewegungsgewinn betrug in diesen 3 Fällen nur 28% (1 Verschlechterung, 1 schlechtes Ergebnis, 1 befriedigendes Ergebnis), während bei den übrigen 6 Gelenken ein mittlerer relativer Gewinn von 51% erzielt wurde. Zögernde Mobilisation, späte Aufnahme der Nachbehandlung und schlechtes funktionelles Ergebnis gingen in 2 Fällen Hand

in Hand.

7) Den größten funktionellen Nutzen vom Eingriff hatten wie bei den Arthrolysen die Patienten mit schwersten Gelenksteifen:

| präoperative Beweglichkeit | Fallzahl | mittlerer abs. Gew. | mittlerer rel. Gew. |
|----------------------------|----------|---------------------|---------------------|
| 0° - 30°                   | 6        | 71°                 | 55%                 |
| 31° - 60°                  | 3        | 20°                 | 21%                 |

8) Eine Abhängigkeit der Bewegungsergebnisse von der Position der versteiften Gelenke konnte bei der geringen Fallzahl nicht festgestellt werden.

9) 5 der nachuntersuchten Arthroplastiken waren Teilarthroplastiken des Ellenbogengelenkes. Im Vergleich zu den 4 vollständigen Arthroplastiken (Modellierung von Humerus und Ulna) ergaben sich folgende Ergebnisse:

| Bewertung      | Fallzahl Teilplastik | Fallzahl vollständige Plastik |
|----------------|----------------------|-------------------------------|
| sehr gut       | 0                    | 0                             |
| gut            | 2                    | 1                             |
| befriedigend   | 2                    | 1                             |
| schlecht       | 0                    | 2                             |
| verschlechtert | 1                    | 0                             |

Während bei den 5 Teilarthroplastiken nur ein Mißerfolg resultierte, waren 2 der 4 vollständigen Arthroplastiken Fehlschläge. Es muß jedoch berücksichtigt werden, daß bei

Möglichkeit einer Teilarthroplastik die pathologisch-anatomischen Veränderungen des Ellenbogengelenkes von geringerem Schweregrad waren und so die Erfolgsaussichten schon a priori besser sein dürften.

10) Negative Einflüsse seitens der verschiedenen Interpositionsmaterialien (autologe Fascia lata (3 Fälle), autologes Fettgewebe (2 Fälle), homologe lyophilisierte Dura (1 Fall)) traten nicht auf. Eine Abhängigkeit der Beuge-Streckbeweglichkeit von der Art des Interponates, die eine Präferenz eines der 3 Materialien begründen würde, konnte bei der geringen Fallzahl nicht festgestellt werden. Wohl sollte aber betont werden, daß gerade bei den 2 Arthroplastiken unter Verwendung von autologem Fettgewebe jeweils ein gutes Ergebnis erzielt wurde. Ebenso schien es durchaus berechtigt, in geeigneten Fällen überhaupt kein Interponat zu verwenden (3 Teilarthroplastiken, bei denen die gegenüberliegende Gelenkfläche gut erhalten war):

| Interponat: | Fallzahl, relativer Bewegungsgewinn: |
|-------------|--------------------------------------|
| keines      | 3 Fälle: 69%, 35%, 0%                |
| Fettgewebe  | 2 Fälle: 100%, 64%                   |
| Fascia lata | 3 Fälle: 29%, 24%, 11%               |
| Lyo-Dura    | 1 Fall: 61%                          |

## 10. DISKUSSION

Zur Darstellung der Möglichkeiten einer operativen Wiederherstellung der Gebrauchsfähigkeit des Armes bei Ellenbogengelenksteifen wurden 2 klassische Beispiele rekonstruktiver Operationen ausgewählt, die nebeneinander, mit allerdings unterschiedlichen, wohl definierten Indikationsbereichen, am Ellenbogengelenk angewandt werden: die Arthrolyse und die Arthroplastik. Setzen sie sich doch zum Ziel, Fehlstellungen zu korrigieren, Beweglichkeit zu schaffen, Stabilität zu erhalten und, was besonders die Arthroplastik anbelangt, Schmerzen zu beseitigen und dadurch die Funktion des Ellenbogengelenkes wiederherzustellen.

Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit stützen sich auf 64 in der Zeit von 1955 bis 1979 an der Staatl. Orthopädischen Klinik der Universität München operierte, vorwiegend posttraumatisch bedingte Steifen des Ellenbogengelenkes, von denen 54 nachuntersucht werden konnten. Der postoperative Beobachtungszeitraum erstreckte sich von 9,5 Monaten bis zu 23,7 Jahren, betrug für die Arthrolysen im Mittel 6,8 und für die Arthroplastiken 11,8 Jahre, Zeitspannen, die in der durchgesehenen Literatur nur bei KITA (91) und KNIGHT u. VAN ZANDT (93) übertroffen werden.

Die Tatsache, daß die Zahl der Arthroplastiken (n=14) weniger als 1 Drittel der der Arthrolysen (n=50) beträgt und der durchschnittliche postoperative Beobachtungszeitraum bei ersteren wesentlich länger ist, zeigt an, daß bei einem vorwiegend posttraumatischen Patientengut die Indikation zur Arthroplastik sowohl generell als auch besonders in den letzten Jahren immer seltener gestellt werden mußte.

Die kumulierten Fallzahlen von Arthrolysen bzw. Arthroplastiken aus mir zugänglichen Veröffentlichungen während der siebziger Jahre unterstreichen diese Aussage, die wohl auf eine bessere Frakturbehandlung (Osteosynthese) und Antibiotikatherapie zurückzuführen ist: 868 Arthrolysen (6; 8; 10; 12; 25; 31; 39; 45; 85; 86; 92; 116), von denen bis auf 2 (1 Arthrogryposis multipl. cong., 1 Verbrennung) alle bei posttraumatischen Steifen ausgeführt wurden, stehen gegen 428 Arthroplastiken (14; 35; 39; 43; 47; 90; 91; 116; 124; 147; 158), die in 65,2% der Fälle wegen cP, in 32,2% wegen Trauma und in 2,3% wegen infektiöser Ursachen durchgeführt wurden. Die hohe prozentuale Häufigkeit der Arthroplastiken bei cP könnte zu der Fehlinterpretation veranlassen, daß die cP heute in unseren Breiten den häufigsten Grund zur Arthroplastik böte. Es muß jedoch betont werden, daß allein KIMURA u. VAINIO (90) aus ihrem Rheumazentrum in Finnland 208 Fälle zu den 428 erwähnten beisteuern und daß die Hälfte der genannten Veröffentlichungen ein bereits selektiertes, ausschließlich der cP vorbehaltenes Patientengut darlegen. In Veröffentlichungen mit unselektiertem Patientengut (43; 91; 122; 158) überwiegen deutlich die nach Trauma vollzogenen Arthroplastiken (ca. 70%), und man darf mit RUSZCYNŚKA (147) übereinstimmen, daß Posttraumazustände den ersten Platz bei der Überweisung zur Ellenbogengelenkplastik einnehmen.

Dagegen ist der Anteil infektiös bedingter Steifen nur noch gering im Vergleich zu Veröffentlichungen aus vorantibiotischer Zeit (64; 73; 93; 117; 143). Nur eine unserer Arthroplastiken wurde wegen Ankylose nach Ellenbogengelenksosteomyelitis vorgenommen, während die übrigen bei posttraumatischen Steifen durchgeführt wurden. Allerdings wurde im Untersuchungszeitraum auch kein einziger Fall von cP einer Arthroplastik unterzogen. Das rheumatisch versteifte Ellen-

bogengelenk ist an unserer Klinik seit 1971 ein Indikationsgebiet für die Implantation von Totalendoprothesen, über deren Ergebnisse M.H. HACKENBROCH jun. (59) berichtet.

Wie die Arthroplastiken wurde auch die Mehrzahl der Arthrolysen (45 von 50) bei posttraumatischen Steifen durchgeführt. Da sich bis auf GLYNN (45) alle übrigen mit Arthrolyse befaßten Autoren nur mit posttraumatischen Gelenksteifen beschäftigen, sei darauf hingewiesen, daß es gleichwohl anderweitig verursachte Gelenksteifen des Ellenbogengelenkes gibt, die sich aufgrund ihrer pathologisch-anatomischen Veränderungen prinzipiell für eine Arthrolyse eignen.

Wegen der Dominanz posttraumatischer Versteifungen erscheint die Frage von Bedeutung, nach welchen Läsionen Steifen am häufigsten auftreten. Distorsionen (2 Fälle) führen selten zu behindernden Gelenksteifen (39). Trotz korrekter Behandlung kam es jedoch bei unseren beiden Patienten aus ungeklärter Ursache zur Ausbildung einer solchen, die CAUCHOIX u. DEBURGE (25) bei Bagatelverletzungen allgemein durch mögliche Minimalformen einer Sudeckschen Dystrophie erklären. Ebenso scheinen isolierte Luxationen von geringem pathogenetischen Interesse, wenn sie korrekt behandelt werden. Bei unseren 4 Patienten ließ sich jedoch in jedem Falle eine Fehlbehandlung nachweisen, die vor allem eine zu forcierte, gewaltsame Nachbehandlung betraf, die zu Kontrakturen und periartikulären Ossifikationen führen muß (12; 70; 39; 121).

51 Gelenksteifen waren durch Frakturen im Ellenbogengelenksbereich bedingt, mit einem hohen Anteil von Mehrfachläsionen wie Luxationsfrakturen, Frakturen mit Beteiligung mehrerer knöcherner Strukturen und allein 9 Trümmerfrakturen. KLEMS u. WEIGERT (92) und BARTSCH (8) weisen gerade letzteren eine große pathogenetische Potenz zu,

weil sie meist keine übungsstabile Osteosynthese gestatten, die eine frühzeitige Mobilisierung erlaubt bzw. bei konservativer Behandlung zu Gelenkinkongruenzen führen (4 der 9 Trümmerfrakturen mußten einer Arthroplastik zugeführt werden). In der Reihenfolge abnehmender Frequenz lagen folgende Frakturlokalisationen in weitgehender Übereinstimmung mit Literaturangaben (6; 39; 116; 122) am häufigsten vor: Frakturen des distalen Humerusendes, vor allem supra- und diakondyläre (n=22) Frakturen, Olecranonfrakturen (n=10) und Radiusköpfchenfrakturen (n=10), die letzteren vor allem in Kombination mit Luxationen oder akzessorischen Knochenabsprengungen (Proc. coronoideus, Epikond. uln.). Allen Gelenkfrakturen muß höchste Aufmerksamkeit geschenkt werden, denn sie gehen immer mit einem Hämarthros einher. Die physiologischen Bedingungen sind gestört und jede längere Ruhigstellung, die ebenfalls eine Störung der Gelenkphysiologie bedeutet, muß zur Verschlechterung des Gesamtergebnisses führen (185). Die Ruhigstellung muß deshalb auf ein kürzestes Maß beschränkt sein, was sich bei bestimmten Frakturen nur durch übungsstabile Osteosynthese erreichen läßt, was aber bei unserem Patientengut, das sich vorwiegend aus auswärtig erstbehandelten Patienten zusammensetzt, nicht konsequent genug gehandhabt wurde. Genauso schwerwiegend wirken sich das primäre Verkennen von Frakturen und brüske Methoden bei der Nachbehandlung aus, die anamnestisch vielfach eruiert werden konnten. Die wichtigste Therapie der Gelenksteifen bleibt nach wie vor die Prophylaxe (18; 53; 185; 186), die eine Vermeidung von Immobilisationschäden, mangelhaften Osteosynthesen, inkongruenten Gelenkflächen und forcierter Nachbehandlung und physikalischer Therapie beinhaltet. Wenn dadurch auch nicht immer Steifen verschiedenen Ausprägungsgrades verhindert werden können, so sollte man nach adäquater Therapie wenigstens eine gute Funktionsstellung der eingesteiften Ellenbogengelenke er-

warten dürfen. Jedoch allein 21 der 57 traumatisierten Ellenbogengelenke waren in Extensionsstellung versteift, ein Indikator einer zumindest kritisierbaren Primärbehandlung.

Das niedrige Durchschnittsalter unserer Patienten (24 Jahre; mehr als 2 Drittel zwischen 15 und 40 Jahren) und das Überwiegen des männlichen Geschlechtes (ml : wbl = 2 : 1) drücken die größere Exponiertheit jüngerer Jahrgänge und besonders des männlichen Geschlechtes gegenüber Traumen aus. Ähnliche Altersstrukturen und Geschlechterproportionen weisen auch andere Veröffentlichungen mit ausschließlich oder vorwiegend posttraumatischem Krankengut auf (25; 39; 45; 91; 92; 116; 122; 158), während bei Veröffentlichungen über Arthroplastiken bei cP sowohl eine umgekehrte Geschlechterproportion als auch ein durchschnittlich höheres Patientenalter vorliegt (14; 35; 90; 124; 170). Allein durch ihr niedriges Alter entzieht sich die Mehrheit eines vornehmlich posttraumatischen Patientengutes der Implantation einer Totalendoprothese (25), weshalb Arthrolyse und Arthroplastik (trotz ihrer Unvollkommenheit) auch in heutiger Zeit ihre therapeutische Relevanz nicht verlieren werden.

Der relativ hohe Anteil an Kindern (n = 14; 3 Arthrogryposis multipl. cong., 1 Verbrennung (vor 12 Jahren), 4 suprakond. Frakturen, 2 diakond. Fr., 1 Lux.-Fraktur mit Absprengung des Capitulum humeri, 1 Lux.-Fraktur mit Abriß des Epik. uln. u. Olecranonfraktur, 2 Abrißfrakturen des Epik. uln. mit Interposition) in unserem Patientengut drückt keineswegs eine leichtfertige Indikationsstellung (13 Arthrolysen, 1 Arthroplastik im Alter von 14,5 Jahren bei geschlossenen Epiphysenfugen) in dieser für mobilisierende Operationen umstrittenen Altersgruppe aus. Das geringe mittlere präoperative Beuge-Steckausmaß von 24° und die Tatsache, daß 8 der 14 Gelenke in Extensionsstellung versteift waren, sprechen für sich.

Wenn ESTÈVE u. Mitarb. (39) einer Arthrolyse im Kindesalter weitgehend zurückhaltend gegenüberstehen, so beruht dies sicher auf einer allzu weiten Indikationsstellung. Bei 44 tabellierten kindlichen Gelenksteifen, die einer Arthrolyse unterzogen wurden, betrug die durchschnittliche präoperative Extensions-Flexionsbeweglichkeit  $48^{\circ}$  (19 Gelenke wiesen eine Beweglichkeit von mehr als  $60^{\circ}$  auf). Mit Recht werden hierbei viele Eingriffe von den Autoren selbst als übereilt, falsch und nur fakultativ bezeichnet.

Pauschalurteile wie von J. u. H. JUDET (85), bei Gelenksteifen im Kindesalter mindestens 3 Jahre zuzuwarten, sind nicht berechtigt, sie tragen der großen Vielfalt pathologisch-anatomischer Läsionen keineswegs Rechnung. Dies sei am Beispiel einer suprakondylären Fraktur (Alter: 7 Jahre) verdeutlicht, die auch 13 Monate nach dem Trauma keine Verbesserung der Extensions-Flexionsbeweglichkeit zeigte (E/F: 0-30-50; Rö.: beginnende Wachstumsstörung, Knochenspanne in der Ellenbeuge). ESTÈVE u. Mitarb. (39) weisen aufgrund ihrer Untersuchungen selbst inkorrekt behandelten suprakondylären Frakturen im Kindesalter noch eine gute Prognose zu, bereits nach 1 Jahr sei eine durchschnittliche Bewegungsamplitude von  $80^{\circ}$  erreicht. Die Berechtigung zum Eingriff darf im obigen Fall wohl nicht bezweifelt werden ( Nachuntersuchungsergebnis nach 13 Jahren: befriedigend, E/F 0-55-120).

2 Gründe sprechen - bei entsprechend enger Indikationsstellung - besonders für die Durchführung einer Arthrolyse auch im Kindesalter. Erstens: Gerade bei Bewegungseinschränkungen im Wachstumsalter kann es zu Deformierungen des Knochens kommen (185). Zweitens: ESTÈVE u. Mitarb. (39) erhielten bei erst nach dem Wachstumsalter arthrolysierten Gelenksteifen wegen Fraktur im Kindesalter in einem hohen Ausmaß schlechte Ergebnisse ( 16 Fälle: kein sehr gutes, 2 gute, 8 befriedigende, 6 schlechte Ergebnisse).

Unsere Untersuchung (die erworbenen Gelenksteifen betreffend; das Problem der Arthrolyse bei angeborenen Steifen wird gesondert besprochen) zeigt, daß eine Arthrolyse im Kindesalter zwar häufig Schwierigkeiten bei der postoperativen Mobilisierung bereitet, die aber in einigen Fällen sicher durch späte Übungsaufnahme mitbedingt sind, daß die Ergebnisse gegenüber Erwachsenen unsicherer sind (2 der insgesamt 4 Mißerfolge der 42 nachuntersuchten Gelenke bei Kindern), daß aber 5 von 8 nachuntersuchten, im Kindesalter arthrolysierten Gelenken sehr gute und gute Ergebnisse aufweisen. Deshalb darf - unter Berücksichtigung der oben genannten Gründe - eine Arthrolyse im Kindesalter keineswegs abgelehnt werden. CAUCHOIX u. DEBURGE (25) und MERLE D'AUBIGNÉ und KERBOUL (122) stellten sogar keine Unterschiede der Ergebnisse bei Kindern und Erwachsenen fest.

Arthroplastiken im Wachstumsalter sind gefährlich wegen Verletzungsgefahr der Epiphysenfugen (23; 119). So wurde unsere einzige Arthroplastik im Kindesalter erst am Wachstumsende bei bereits geschlossenen Epiphysenfugen durchgeführt (Alter: 14,5 Jahre). Das Nachuntersuchungsergebnis war gut. Trotz dieses Einzelerfolges muß die Indikation zur Arthroplastik in dieser Altersgruppe sehr zurückhaltend gestellt werden (23; 39; 100; 119; 132; 140). Bei 6 zusammengestellten Fällen von Arthroplastik im Kindesalter (Durchschnittsalter: 12 Jahre) erhielten ESTÈVE u. Mitarb. (39) durchweg schlechte Ergebnisse, Hauptproblem war eine progressive Einsteifung der Gelenke.

Als generelle Indikatoren der Strenge der Indikationsstellung dürfen der präoperative Schweregrad und die Position der Gelenksteife gelten. Die einer Arthrolyse unterworfenen Gelenke waren zu 4 Fünftel schwerste und schwere Gelenksteifen ( $E/F$ -Amplitude  $\leq 60^\circ$ ) mit einem durchschnittlichen Bewegungsausmaß von  $38^\circ$ , 1 Drittel der Gelenke war

in Extensionsstellung versteift. Bis auf LUTHER u. SCHULITZ (116) gehen die übrigen Autoren, die Angaben über diese Indikationsindikatoren machen, großzügiger vor (24; 25; 12; 39; 92; 122): So bewegt sich der Anteil der schwersten und schweren Steifen nur zwischen 60% und 70%, die mittleren präoperativen Bewegungsausmaße variieren zwischen  $45^{\circ}$  (122) bis zu  $55^{\circ}$  (12; 92). Bei ESTÈVE u. Mitarb. (39) beträgt der Anteil der funktionell am stärksten behindernden Extensionssteifen nur 22%.

Die einer Arthroplastik unterzogenen Gelenke waren allesamt schwerste und schwere Steifen mit einer durchschnittlichen präop. Beweglichkeit von  $15^{\circ}$ . 8 der 14 Gelenke waren in Extensionsstellung versteift. Die Indikation zur Arthroplastik wird also wesentlich strenger gestellt und deckt sich mit Daten aus der Literatur, wenn der Eingriff - wie hier - vornehmlich zur Mobilisierung verwendet wird (14; 39; 43; 91; 116; 122; 158; 170): Die mittlere präoperative Beuge-Streckbeweglichkeit bewegt sich je nach Autor zwischen  $10^{\circ}$  und  $22^{\circ}$  (siehe auch Tbl. 8). Anders jedoch, wenn die Arthroplastik bei cP im aktiven Stadium neben der Mobilisierung vor allem der gleichzeitigen Schmerzbefreiung dienen soll (35; 90; 124). In diesem Fall liegen die präoperativen Beweglichkeiten wesentlich höher. Den Extremfall stellt das Krankengut von MILLS u. RUSH (124) dar: durchschnittliche präoperative Extensions-Flexionsbeweglichkeit von  $73^{\circ}$ . Welche Folgen ein derart großzügiges Vorgehen haben kann, belegen deren Ergebnisse. Trotz weitgehender Schmerzbeseitigung verschlechterte sich das präoperative Bewegungsausmaß in 6 von 10 Fällen, so daß die Autoren selbst in 6 Fällen eine nur geringe Verbesserung des Grades der Behinderung konstatieren. Die Arthroplastik ist mit zu großen Risiken behaftet, als daß man sie vornehmlich zur Schmerzbeseitigung einsetzt. Auch KIMURA u. VAINIO (90) setzen für die Indikationsstellung bei cP das gleichzeitige

Vorliegen von Schmerz, Bewegungseinschränkung und Gelenksdestruktion voraus.

Daß präoperativ die Mehrzahl der Gelenke arthrotische Veränderungen aufwies (nur bei 12 ausschließlich einer Arthrolyse zugeführten Gelenken keine arthrotischen Veränderungen, davon 6 nicht traumatisch bedingte Steifen), beruht im wesentlichen auf 3 Ursachen. Erstens: Jede nicht exakt oder in Fehlstellung verheilte Gelenkfraktur muß sich als präarthrotische Deformität auswirken, die über das Stadium der Präarthrose zur manifesten Arthrose führt (8; 92). Zweitens: Immobilisationsschäden. Im Tierexperiment konnten REFIOR u. HÜBNER (142) bereits bei einer 2-wöchigen Immobilisationsdauer erste Veränderungen des hyalinen Knorpels nachweisen, die mit zunehmender Immobilisationsdauer ausgeprägter wurden. Trotz einer Remobilisation von 6 Monaten ließ sich ein Fortschreiten der degenerativen Veränderungen registrieren, die am Ende des Versuches dem Vollbild der Arthrose entsprachen. Auch bei eingeschränkter Übertragbarkeit auf den Menschen ein weiterer Grund, die Immobilisation eines Gelenkes auf ein Mindestmaß zu beschränken. Drittens: Jede Gelenksteife, die in ihrem Extrem nichts anderes als Ruhigstellung des Gelenkes bedeutet, führt über eine Reduktion des Gelenkstoffwechsels zur Verschlechterung der Knorpelverhältnisse (185). Je länger eine Steife also besteht, desto stärkere arthrotische Veränderungen wird man hinnehmen müssen. So wurde die Hälfte unserer Patienten mit erworbenen, nicht infektiös bedingten Gelenksteifen erst so spät überwiesen, daß bereits ein Intervall von mindestens 1 Jahr (oft auch wesentlich länger) seit Trauma bzw. Erkrankungsbeginn verstrichen war. Längeres Bestehen einer Steife vermindert die Prognose jedes mobilisierenden Eingriffes und stärkere arthrotische Veränderungen sind keine günstige Ausgangsbasis für eine Arthrolyse.

Wegen der allgemeinen Vorzüge der Arthrolyse, bei der im Gegensatz zur Arthroplastik keine Regenerationsanforderungen an die Gelenkkörper gestellt werden, entschied man sich auch dann noch für sie, wenn bereits erheblichere röntgenologische Gelenkveränderungen vorlagen. Über ein gleichartiges Vorgehen berichten CAUCHOIX u. DEBURGE (25), ESTÈVE u. Mitarb. (39) und MERLE D'AUBIGNÉ u. KERBOUL (122), die wie an unserer Klinik die Indikation für eine Arthroplastik aus der absoluten Unmöglichkeit einer Arthrolyse herleiten.

Beide Operationsverfahren zeichnen sich an der Staatl. Orthopädischen Klinik der Universität München durch ein möglichst konservatives, also erhaltendes Vorgehen aus, d. h. Beweglichkeitsgewinn nicht auf Kosten der Stabilität.

Für die Arthrolyse bedeutet dies - gerade im Gegensatz zu französischen Orthopäden: größtmögliche Schonung des Seitenbandapparates, keine Einkerbung der Ursprünge der Handbeuge- und -streckmuskulatur, um auch noch die letzten Grade an Streckung zu gewinnen, keine umfangreichen Desinsertionen der Muskulatur, keine systematische ventrale Kapselresektion. Eine dosierte Verlängerung der Trizepssehne wird nur bei Bedarf vorgenommen und nicht systematisch wie bei KLEMS u. WEIGERT (92) und BARTSCH (8). Verlängerungen des M. brachialis sind selten nötig (MERLE D'AUBIGNÉ u. KERBOUL (122) bezeichnen sie als doch häufiger notwendig), Verlängerungen der Bicepssehne sind praktisch nie nötig (39; 79; 122). Indessen zeigte sich, daß zu einer Arthrolyse in der Regel die Vornahme kleinerer knöcherner Korrekturen gehört (25; 39; 86; 122).

Die Arthroplastik erfolgt unter größtmöglicher Schonung der Seitenbänder mit anatomisch modellierender Minimalresektion (maximal 1 cm an der humeralen Gelenkfläche)

und wenn möglich nur als Teilarthroplastik des humeralen oder ulnaren Gelenkanteiles (2; 39; 86), wobei bei vollständigen Arthroplastiken immer und bei Teilplastiken fakultativ Gewebe interponiert wird. Autologes Fettgewebe, autologes Fascia lata oder homologes, innerstes Gewebe werden in Übereinstimmung mit mehreren Autoren (39; 55; 122) im wesentlichen als gleichwertig erachtet. Beweglichkeitsunterschiede unserer nachuntersuchten Gelenke, die sich auf die Verwendung eines bestimmten Interpositums zurückführen ließen, konnten nicht gesehen werden (39; 122), wiewohl auch bei den Teilarthroplastiken ohne Interposition ein ausreichender Bewegungsspielraum erzielt werden konnte. MERLE D'AUBIGNÉ u. KERBOUL (122) und ESTÈVE u. Mitarb. (39) weisen aufgrund ihrer Ergebnisse jedweden Interpositionsmaterial einen positiven Effekt auf die Beweglichkeit zu. Dieser Meinung stehen jedoch ebenso viele anderslautende gegenüber (71; 80; 154). Wenn auch die Funktion der Interposition von Gewebsmaterial letztlich nicht erwiesen ist, sollte sie bei vollständigen Arthroplastiken dennoch weiter verwendet werden, weil sie sich erstens seit Jahrzehnten bewährt hat und zweitens als mechanischer Schutz zweier sonst aufeinanderreibender, rauher Knochenflächen wirkt. Hauptunterschied zu anderen in der Literatur beschriebenen Verfahren ist die minimale Knochenresektion, die selbst bei Autoren, die von ökonomischer, modellierender Resektion sprechen, übertroffen wird. So geben MERLE D'AUBIGNÉ u. KERBOUL (122) ein humerales Knochenopfer von 15-20 mm an, FROIMSON u. Mitarb. (43) resezieren 1-2 cm am Humerus und KNIGHT u. VAN ZANDT (93) empfehlen eine Resektionsbreite von ca. 2 cm.

Zu intraoperativen Komplikationen kam es bei keinem Verfahren. Die erwähnten postoperativen Komplikationen sind bei den Arthrolysen als gering, bei den Arthroplastiken

ken als deutlich häufiger und in ihrer Häufigkeit, jedoch nicht Zusammensetzung, den in der Literatur bei größeren Fallzusammenstellungen gemachten Angaben (6; 25; 39; 93; 122) entsprechend zu bewerten. Nur 3 der 10 Komplikationen bei Arthrolyse und 3 der 7 Komplikationen bei Arthroplastik sind schwerwiegenderer Natur, weil sie mit der Mobilisierung des Gelenkes interferieren bzw. im Fall der rezidivierenden Osteomyelitis eine bereits bestehende Mobilität zunichte machen. Postoperative Hämatome, Subluxationen und Luxationen, Eiterungen und häufigere ausgeprägte Ossifikationen nach Arthrolyse, wie sie bei ESTÈVE u. Mitarb. (39) beschrieben werden, deren Komplikationsrate bei 237 Arthrolysen 21% beträgt, wurden nicht gesehen. Auffallend ist, daß auch bei BALAY u. Mitarb. (6) ausgeprägte Ossifikationen und postoperative Hämatome das Gros der Komplikationsrate von 25% ausmachen und daß ebenso CAUCHOIX u. DEBURGE (25) als häufigere Komplikationen postoperative Subluxationen und Luxationen, Hämatome und ausgeprägtere Ossifikationen angeben. Die 3 genannten Komplikationen, die gerade bei französischen Autoren erwähnt werden, dürften wohl Folge eines rigoroseren und traumatisierenderen operativen Vorgehens und einer Frühmobilisierung sein, die bereits am Operationstag mit Umlagerungsschienen erfolgt. So führen CAUCHOIX u. DEBURGE (25) die Ossifikationen auf die bei dieser extremen Frühmobilisierung entstehenden Hämatome zurück und auch KERBOULL (86) bezeichnet eine um jeden Preis am Operationstag erfolgende Mobilisierung als nicht mehr optimal, weil er - meist am 8. postoperativen Tag - zahlreiche schmerzhaft, geschwollene und entzündete Gelenke gesehen hat.

Für Arthroplastiken beträgt bei ESTÈVE u. Mitarb. (39) und MERLE D'AUBIGNÉ u. KERBOULL (122) die Komplikationsrate allein für Lähmungen (N. uln., N. rad.) und Eiterungen über

30%. Postoperative Subluxationen und Luxationen werden als häufig bezeichnet und durch zu umfangreiche Resektion begründet. Bei KNIGHT u. VAN ZANDT (93) stehen postoperative Gelenksinfektionen an erster Stelle, gefolgt von Subluxationen nach medial und lateral. Hauptkomplikation ist bei KIMURA u. VAINIO (90) die Knochenresorption des distalen Humerus (46% der modifizierten HASS-Plastiken), die zu Instabilität, Parästhesien und Frakturanfälligkeit führe.

Schwierigkeiten bei der Nachbehandlung in Form von zögernder Mobilisierung mit Tendenz zur Wiedereinsteifung lassen sich meist nicht durch direkte anatomische Veränderungen erklären (39;122). Nur bei 2 unserer Gelenke ließ sich als anatomische Ursache eine postoperativ entstandene Myositis ossificans zur Erklärung heranziehen. Dagegen liegen immer eine Reihe prognostisch ungünstiger Faktoren vor: später Mobilisierungsbeginn, angeborene Gelenksteifen, länger bestehende Steifen, stärkere arthrotische Veränderungen, Kinder und voroperierte Gelenke. An therapeutischen Maßnahmen bewähren sich besonders Quengelungen und intraartikuläre Kortikoidinjektionen und in den seltenen Fällen mit anatomisch nachweisbarer Ursache auch kleinere Korrekturgreiffriffe (in den beiden Fällen von Myositis oss. Entfernung der Verknöcherungen). Die Wertigkeit einer Narkosemobilisation muß als gering beurteilt werden. In den beiden Fällen, bei denen sie nach Arthrolyse praktiziert wurde, brachte sie keine Verbesserung. ESTÈVE u. Mitarb. (39) berichten ebenfalls über schlechte Ergebnisse bei 16 nach Arthrolyse durchgeführten Narkosemobilisationen: Nur in 1 Fall wurde ein unmittelbarer Erfolg erzielt, 1 Gelenk frakturierte und 14 Gelenke steiften erneut ein. Vielmehr zeigte sich bei unserer Nachuntersuchung, daß auch bei zögernder postoperativer Mobilisierung durchaus noch gute Bewegungsergebnisse zu erwarten sind, daß aber andererseits die Prognose - gemessen am Anteil schlechterer Ergebnisse -

erheblich gemindert ist. In Zukunft wird sich das Problem der zögernden postoperativen Mobilisierung sicher durch konsequent gehandhabte frühzeitige Aufnahme der Nachbehandlung (Arthrolysen: 1. - 3. postop. Tag; Arthroplastiken: ab 3. postop. Tag, spätestens jedoch innerhalb der 1. postop. Woche) vermindern lassen, die ja in früheren Jahren an unserer Klinik erst nach längerer postoperativer Ruhigstellung einsetzte.

Zu einer klaren Beurteilung des Wertes von Arthrolyse und Arthroplastik kommt man nur, wenn man deren Behandlungsergebnisse nicht miteinander vermischt (53; 99; 100; 185) und zugleich zwischen angeborenen und erworbenen Gelenksteifen unterscheidet, weil ja verschiedene Ausgangssituationen vorliegen.

Es seien deshalb zuerst die Nachuntersuchungsergebnisse der 3 Arthrolysen bei Arthrogryposis multiplex congenita besprochen. Sowohl die subjektiven als auch die objektiven Nachuntersuchungsbefunde sind in allen 3 Fällen enttäuschend. Eine ausreichende Beuge-Streckbeweglichkeit wurde nicht erreicht. Wenn auch 1 Patient eine Verbesserung des Gebrauchswertes seines Ellenbogengelenkes angab, so ist dies keineswegs im Sinne der Bewertungskriterien der Arthrolyse als positiv zu werten, weil nur passive Beweglichkeit bestand. Es stellt sich die prinzipielle Frage, ob ein mobilisierender Eingriff die Möglichkeit bietet, einem dysplastischen Gleitapparat vermehrte aktive Beweglichkeit zu verschaffen oder ob nicht vielmehr eine durch den angeborenen Charakter der Steife erneute Tendenz zur Kontraktur besteht.

Schon PAYR (126) lehnte 1927 die Durchführung einer Arthroplastik bei angeborenen Gelenksteifen ab und STØRENS (164) schlechte Erfahrungen mit der Arthroplastik bei an-

geborenen Ankylosen des Ellenbogengelenkes untermauern diese Meinung. Ohne Zweifel darf diese ablehnende Haltung auch auf Arthrolysen bei Arthrogryposis multipl. cong. übertragen werden. Bei Durchsicht der Literatur wurde ein einziger Versuch einer Arthrolyse des Ellenbogengelenkes bei diesem Krankheitsbild beschrieben, die ebenfalls zu einem Mißerfolg führte. GLYNN (45) erhielt nur ein passiv bewegliches Gelenk, worauf eine Steindlersche Flexorenplastik durchgeführt wurde, die jedoch nach initialem Erfolg zur Fixierung des Gelenkes in Beugestellung führte, weil sich die Flexorenplastik zum Teil in fibrotisches Gewebe umgewandelt hatte. Es zeigt sich also, daß eine Arthrolyse bei Arthrogryposis wohl schwerlich zum gewünschten Erfolg führen wird, weil sie an dysplastischem Gewebe arbeitet, das die Tendenz hat, sich erneut zu verändern. Die operative Behandlung sollte sich hier auf stellungsverbessernde Operationen beschränken.

Im folgenden wird ausschließlich auf die Nachuntersuchungsergebnisse der 42 Arthrolysen bei erworbenen Steifen des Ellenbogengelenkes eingegangen. Die subjektiven und objektiven Nachuntersuchungsbefunde belegen, daß es sich um ein Verfahren handelt, welches in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle befähigt ist, sein gesetztes Operationsziel, ein schmerzfreies, stabiles und für das Alltagsleben wieder ausreichend kräftiges und bewegliches Gelenk zu erreichen. Allein die Angabe, daß sich der Gebrauchswert bei 39 Gelenken verbessert habe, spricht für sich. Bei allen 38 Gelenken, die objektiv mit sehr gut, gut oder befriedigend bewertet wurden, war die Durchführung von Maßnahmen der Körperhygiene und das Tragen von Lasten möglich, bestanden keine oder nur gelegentliche geringe Schmerzen bei Überlastung des Gelenkes, war die Kraftleistung des Gelenkes für Alltagsanforderungen voll ausreichend, die Beugefähig-

keit erreichte bei völlig stabiler Gelenkführung mindestens  $110^{\circ}$  und der relative Bewegungsgewinn an Beugung und Streckung betrug für das Kriterium "befriedigend" wie bei den meisten Autoren (24; 25; 31; 39; 85; 86; 122) mindestens 20%. Allerdings setzen diese Autoren keine Mindestanforderung für die zu erreichende Beugung fest. Eine Verbesserung der Beuge-Streckfähigkeit von 0-20-40 auf 0-20-100 Grad (r.G. = 50%) würde bei vorgenannten Autoren mit gut bewertet, während sie nach dem dieser Untersuchung zugrundegelegten Bewertungssystem wegen Unterschreitens des Beugeminimums von  $110^{\circ}$  (und trotz des hohen relativen Gewinnes) mit schlecht bewertet würde.

Stärkere Muskelatrophien (Oberarmumfangsminderung größer 2,5 cm) lagen nur bei 7 und eine deutliche Minderung der groben Kraft nur bei 3 der 42 Gelenke vor, wobei in Rechnung gestellt werden muß, daß oft schon präoperativ schwerere Grade von Muskelminderung vorgelegen haben.

Stärkere Schmerzen wies nur 1 Patient auf, dessen Gelenk zusätzlich völlig eingesteift war. Vielmehr hat sich gezeigt, daß alle übrigen stärker schmerzhaften Gelenke von ihren Schmerzen befreit werden konnten, eine Funktion der Arthrolyse, auf die bisher noch nicht ausdrücklich hingewiesen wurde. Deshalb muß auch CAUCHOIX u. DEBURGE (25) widersprochen werden, die einem schmerzhaft versteiften Ellenbogengelenk sogar eine schlechtere Prognose zuweisen: entweder behielten die Patienten ihre Steife oder ihre Schmerzen.

Hauptindikator des Erfolges einer Arthrolyse ist die Wiederherstellung der Beuge-Streckfähigkeit. Allein bei 29 der 42 nachuntersuchten Gelenke wurden sehr gute und gute Bewegungsergebnisse (r.G.  $\geq 40\%$ ; Beugung mind.  $120^{\circ}$ ) erzielt, was einem durchschnittlichen Bewegungssektor von

0-25-127 Grad entspricht. Die 9 befriedigenden Ergebnisse wiesen einen mittleren Bewegungssektor von 0-50-119 Grad auf. Nur 4 nachuntersuchte Gelenke sind als Mißerfolge zu werten (r.G. < 20%), wobei sich bei 2 Gelenken der funktionelle Bewegungssektor aber dennoch verbesserte, bei einem jedoch die Beweglichkeit durch Ausbildung einer Ankylose abnahm. Der durchschnittliche relative bzw. absolute Bewegungsgewinn betrug 52% bzw. 53° (Mißerfolge eingeschlossen).

Die eigenen Nachuntersuchungsergebnisse sollen nun mit Ergebnissen aus der Literatur verglichen werden (siehe auch Tbl. 6). Das Risiko einer Beweglichkeitsverschlechterung nach Arthrolyse ist gering (1 von 42 Fällen). In der Literatur werden in größeren Statistiken zwischen 3 und 4% Verschlechterungen angegeben (39; 86; 122), CAUCHOIX u. DEBURGE (25) berichten über Beweglichkeitsverschlechterungen in 8% der Fälle und BALAY u. Mitarbeiter (6) sogar über einen Bewegungsverlust bei 8 von 31 Fällen. Die vorgenannten Zahlenangaben stammen alle von französischen Orthopäden, die ja gerade viel großzügiger und rigoroser vorgehen und dennoch eine höhere Rate von Verschlechterungen zu verzeichnen haben. Zu einer ähnlichen Aussage kommt man, wenn man den Anteil von Mißerfolgen (schlecht und verschlechtert, r.G. < 20%) und den Anteil sehr guter und guter Ergebnisse (r.G.  $\geq$  40%) aus französischen Arbeiten von CAUCHOIX u. DEBURGE (24; 25), MERLE D'AUBIGNÉ u. KERBOUL (122), ESTÈVE u. Mitarb. (39), J. u. H. JUDET (85) und KERBOULL (86) mit unseren vergleicht. Die Rate der Mißerfolge liegt durchweg höher, die Rate der sehr guten und guten Ergebnisse bis auf die Veröffentlichung von CAUCHOIX u. DEBURGE (24) aus dem Jahre 1965 in allen übrigen zitierten Arbeiten niedriger als bei unseren nachuntersuchten Gelenken. Trotz ausgehneter, manchmal auch stabilitätsgefährdender Maßnahmen und trotz der oft subtilen Verwendung von Umlagerungsschie-

Tab.6 : Ergebnisse von Arthrolysen des Ellenbogengelenkes (bzgl. Extension/  
Flexion) in der Literatur. Beachte: Ergebnisse wegen unterschied-  
licher Bewertungsmaßstäbe nur bedingt vergleichbar.

| Autor,<br>Jahr                      | Fall-<br>zahl | m.a.G. | m.r.G. | sehr gut<br>u. gut | befriedigend | schlecht,<br>verschlechtert |
|-------------------------------------|---------------|--------|--------|--------------------|--------------|-----------------------------|
| WILSON, 1944                        | 7             | 70°    | 66%    | 5                  | 1            | 1                           |
| CAUCHOIX u.<br>DEBURGE, 1965        | 30            | 49°    | 58%    | 24                 | 2            | 4                           |
| MERLE D'AUBIGNÉ<br>u. KERBOUL, 1966 | 60            | 40°    | 42%    | 31                 | 16           | 13                          |
| LUTHER u.<br>SCHULITZ, 1970         | 12            | 64°    | 58%    | 9                  | 0            | 3                           |
| ESTÈVE u.<br>Mitarb., 1971          | 237           | X      | X      | 134                | 56           | 47                          |
| KLEMS u.<br>WEIGERT, 1972           | 11            | 40°    | 47%    | 7                  | 2            | 2                           |
| BHATTACHARYYA,<br>1974              | 56            | X      | X      | 47                 | 6            | 3                           |
| JUDET J. u.<br>JUDET H., 1975       | 218           | X      | X      | 109                | 61           | 48                          |
| CAUCHOIX u.<br>DEBURGE, 1975        | 84            | 40°    | X      | 48                 | 16           | 20                          |
| KERBOULL, 1975                      | 146           | X      | X      | 92                 | 30           | 24                          |
| BALAY u. Mitarb.,<br>1975           | 31            | X      | X      | 18                 | 5            | 8                           |
| DEBURGE u.<br>CAUCHOIX, 1975(a)     | 6             | 50°    | 52%    | 5                  | 1            | 0                           |
| GLYNN, 1976                         | 6             | X      | X      | 4                  | 1            | 1                           |
| BLAUTH u. HEPP,<br>1978             | 14            | 65°    | 78%    | 13                 | 0            | 1                           |
| gesamt                              | 918           |        |        | 546                | 197          | 175                         |

Erläuterungen zur Tabelle:

m.a.G. = mittlerer absoluter Bewegungsgewinn

m.r.G. = mittlerer relativer Bewegungsgewinn

(a) = Arthrolyse mit gleichzeitiger Verkürzungsosteotomie  
des distalen Humerus

X = keine Angabe beim Autor bzw. aus dessen Daten nicht  
erreichbar

nen während der postoperativen Frühphase ist keine Verbesserung der Ergebnisse zu beobachten. Andererseits erzielten LUTHER u. SCHULITZ (116) und KLEMS u. WEIGERT (92) mit einem dem unseren ähnlichen Vorgehen unter größtmöglicher Schonung des Seitenbandapparates ebenfalls keine schlechteren Ergebnisse als französische Autoren. Nur die Ergebnisse von BLAUTH u. HEPP (12), die nach französischem Muster operieren, sind deutlich besser als die eigenen und die Resultate von französischen Autoren. Allerdings konnten bisher erst 14 Patienten weiterverfolgt werden.

Während bei BLAUTH u. HEPP (12) die Zunahme der Streckfähigkeit die der Beugefähigkeit übertrifft (andere Autoren, die eine systematische ventrale Kapselresektion durchführen, machen keine Angaben), zeigt sich bei unseren nachuntersuchten Gelenken ein gegensätzliches Verhalten mit starkem Überwiegen der Zunahme der funktionell wichtigen Beugefähigkeit (Beugung:  $+35^{\circ}$ , Streckung:  $+18^{\circ}$ ). Ein Überwiegen des Beugegewinnes findet sich auch bei LUTHER u. SCHULITZ (116), BARTSCH (8) und im Extrem bei KLEMS u. WEIGERT (92) (Beugung:  $+32^{\circ}$ , Streckung:  $+8^{\circ}$ ), die alle keine systematische Resektion der vorderen Kapsel durchführen. In diesen Daten drückt sich doch die Neigung der Weichteile der Ellenbeuge zur Kontraktur aus und bestätigt zumindest den positiven Einfluß einer ventralen Kapselresektion.

Die besten funktionellen Bewegungsergebnisse wurden bei schwersten und schweren Gelenksteifen (präoperative Beweglichkeit  $\leq 60^{\circ}$ ) in Intermediär- und vor allem Extensionsstellung der Gelenke erreicht. Während der mittlere Bewegungsgewinn bei schwersten und schweren Steifen  $63^{\circ}$  bzw.  $58^{\circ}$  betrug, verminderte sich dieser bei nur mittel- und geringgradigen Steifen empfindlich auf  $21^{\circ}$  bzw.  $28^{\circ}$ . Der erhoffte Gewinn ist um ebensoviel größer als die funktionelle Einschränkung schwer ist. Diese Tatsache berechtigt

trotz der günstigen Erfolgsaussichten einer Arthrolyse nicht zu einer Erweiterung der Indikationsstellung. Sie muß auch weiterhin - mit Ausnahme speziell gewünschter berufsbedingter Bewegungen - nur schweren Funktionseinschränkungen des Ellenbogengelenkes vorbehalten bleiben (25; 86).

Die Möglichkeit der Verbesserung einer eingeschränkten Unterarmumwendbeweglichkeit im Rahmen einer Arthrolyse ist durchweg positiv zu bewerten (8; 39; 92; 116; 122). Bei 18 zusätzlich in dieser Bewegungskomponente des Ellenbogengelenkes erheblich behinderten Patienten konnte die Beweglichkeit in jedem Fall verbessert werden, durchschnittlich um  $96^{\circ}$ . Eine bereits präoperativ ausreichende Rotationsbeweglichkeit wurde durch eine Arthrolyse nie negativ beeinflusst (122), auch dann nicht, wenn bzgl. Extension/Flexion ein Mißerfolg eintrat. In Übereinstimmung mit ESTÈVE u. Mitarb. (39) konnte gezeigt werden, daß eine Verbesserung dieser Teilfunktion des Ellenbogengelenkes keineswegs nur durch eine Resektion des Radiusköpfchens erreicht wird, sondern daß allein durch die Lösung radio-ulnarer Verwachsungen (bei 7 der 18 Fälle) gleichwertige Ergebnisse erzielt werden. Die Indikation zur Radiusköpfchenresektion großzügig zu stellen (8), ist also nicht notwendig. Es ist daher ausdrücklich zu betonen, die Begriffe "Verbesserung der Unterarmumwendbeweglichkeit" und "Radiusköpfchenresektion" nicht miteinander zu verwechseln. Eine Resektion des Radiusköpfchens ist allerdings häufiger nötig bei alten Radiusköpfchenfrakturen, je stärker die Bewegungseinschränkung ist und je größer die Behinderung der Pronation ist (Resektion zur Spannungsverminderung der Membrana interossea).

Mit dem Problem der Arthrosis deformans des Ellenbogengelenkes nach Arthrolyse beschäftigen sich nur wenige Autoren. Nach LANGE (100) ist die Gefahr einer sekundären

Arthrosis deformans nach Arthrolysen gering, HACKENBROCH (58) und LUTHER u. SCHULITZ (116) konnten keine Progredienz arthrotischer Veränderungen feststellen. Diese Aussagen können aufgrund der eigenen Ergebnisse nicht bestätigt werden. Zu einer Zunahme arthrotischer Veränderungen kam es bei 17 der 42 nachuntersuchten Gelenke, wobei vor allem längere Verläufe häufiger betroffen waren. Da die meisten Gelenke bereits präoperativ arthrotische Veränderungen aufwiesen, drückt deren Progredienz nur den im wesentlichen unbeeinflußbaren, zeitabhängigen Charakter der Arthrosis deformans aus, der auch in den Tierversuchen von REFJÖR u. HÜBNER (142) bestätigt wird. Die Arthrose des Ellenbogengelenkes ist jedoch von geringerer Bedeutung als die des Kniegelenkes, weil es sich um ein nicht statisch belastetes Gelenk handelt.

Als prognostisch ungünstige Elemente für eine Arthrolyse bei erworbenen Gelenksteifen konnten folgende Faktoren herausgearbeitet werden:

- 1) Unvollständige intraoperative Mobilisierung, weil die intraoperativ erreichte Beweglichkeit in der Regel nicht gehalten werden kann (39; 85; 86; 116; 122; 173). Der Forderung einer vollständigen intraoperativen Mobilisierung steht jedoch die Forderung der Erhaltung der Stabilität entgegen.
- 2) Späte Aufnahme der Nachbehandlung. Die postoperative aktive Übungsbehandlung sollte deshalb bereits am 1. - 3. postoperativen Tag beginnen.
- 3) Zögernde Mobilisierung bei der Nachbehandlung mit Tendenz zur Wiederversteifung schmälert die endgültige Prognose, steht aber häufig in Beziehung zu einem späten Beginn der Nachbehandlung und kann zukünftig durch kon-

sequente Frühmobilisierung in ihrer Häufigkeit vermindert werden.

- 4) Längeres Bestehen der Gelenksteife (25; 39; 85). Deshalb seien alle weniger spezialisierten Kliniken aufgefordert, ihre Problempatienten rechtzeitig an spezialisierte Zentren zu überweisen.
- 5) Kinder. Wegen der Gefahr des Fehlwachstums und wegen der schlechteren Ergebnisse bei Zuwarten bis zum Wachstumsende (39) darf bei entsprechend enger Indikationsstellung trotz des höheren Risikos eine Arthrolyse im Kindesalter nicht abgelehnt werden.
- 6) Stärkere röntgenologische Gelenksveränderungen (Arthrosegrad III und IV). Eine Arthrolyse darf jedoch nicht abgelehnt werden (25; 39; 122), weil das Ergebnis im Einzelfall unvorhersehbar und trotz der allgemein ungünstigeren Prognose auch ein gutes Ergebnis zu erzielen ist.
- 7) Steifen in Flexionsstellung. Ein Gewinn an Streckung wird in der Regel mit einem Verlust an funktionell wichtigerer Beugung erkauft (39; 122).
- 8) Geringgradigere Steifen. Diese sind insofern prognostisch ungünstiger zu bewerten, als der funktionelle Zugewinn ja ohnehin nur gering sein kann, das Risiko einer Verschlechterung dadurch aber ansteigt (6; 25; 39; 122).

Verbesserungen unserer Ergebnisse nach Arthrolyse (bei erworbenen Gelenksteifen) scheinen möglich durch systematische ventrale Kapselresektion und durch Vermeidung vermeidbarer prognostisch ungünstiger Faktoren, d.h. im wesentlichen: Beschränkung auf schwerste und schwere Funkti-

onsstörungen des Ellenbogengelenkes, konsequente postoperative Frühmobilisierung, Verhinderung lange bestehender Gelenksteifen durch rechtzeitige Überweisung und vor allem bei Ellenbogengelenkstraumen korrekte Primärbehandlung zur Minimierung stärkerer Alterationen der Gelenkkörper.

Im Gegensatz zu den Nachuntersuchungsergebnissen der Arthrolysen (bei erworbenen Gelenksteifen) gestalten sich die der Arthroplastiken (n=9) wesentlich ungünstiger. Nur 6 der 9 nachuntersuchten Patienten beurteilten den Gebrauchswert des operierten Armes als verbessert. 3 guten funktionellen Ergebnissen (kein sehr gutes Ergebnis) stehen 3 befriedigende und 3 Mißerfolge gegenüber, wobei sich in 1 Fall die präoperative Beweglichkeit sogar verschlechterte. Es ist jedoch zu betonen, daß alle nur befriedigenden und schlechten Ergebnisse nie durch erhebliche Instabilität oder extreme Kraftlosigkeit des Gelenkes bedingt sind, sondern ausschließlich durch eine unzureichende Beuge-Streckfähigkeit des Ellenbogengelenkes. Darin kommt das operative Vorgehen, das in einer modellierenden Minimalresektion von Knochen (maximal 1 cm am Humerus), Nutzung der Möglichkeit einer humeralen oder ulnaren Teilarthroplastik und größtmöglicher Schonung des Bandapparates besteht, deutlich zum Ausdruck.

Trotz dieser Minimalresektion liegt jedoch der Anteil stärkerer Oberarmumfangsminderungen (größer als 2,5 cm: in 4 von 9 Fällen) und deutlicher Minderung der groben Kraft des Ellenbogengelenkes (3 der 9 Gelenke) erheblich über den bei den nachuntersuchten Arthrolysen angegebenen Zahlen. Die Kraftleistung des Gelenkes reichte jedoch immer für Alltagsanforderungen aus, Überkopfarbeiten waren durchweg möglich.

Im Vergleich zu den Arthrolysen, bei denen eine Ver-

besserung der bei der Entlassung aus der stationären Behandlung erreichten Beuge-Streckbeweglichkeit im Zeitraum bis zur Nachuntersuchung die Regel war, kann mit einer solchen positiven Beweglichkeitsentwicklung bei den Arthroplastiken viel seltener gerechnet werden (nur bei 4 der 9 nachuntersuchten Gelenke).

Präoperative Ruheschmerzen konnten durch den Eingriff immer beseitigt werden. 7 Patienten hatten bei der Nachuntersuchung keine oder nur gelegentliche geringe Schmerzen bei Überlastung, 2 Patienten wiesen belastungsabhängige Schmerzen auf. Auch ESTÈVE u. Mitarb. (39) berichten bei einem ausschließlich posttraumatischen Patientengut über intermittierende Schmerzen in 20% der Fälle. Ein deutlich positiver Einfluß der Arthroplastik auf bestehende Schmerzzustände des Ellenbogengelenkes (vor allem bei der chronischen Polyarthrititis) ist jedoch durch zahlreiche Arbeiten belegt (14; 35; 43; 80; 90; 124; 141; 147).

Vergleiche mit in der Literatur dargestellten funktionellen Ergebnissen nach Arthroplastik sind schwierig, weil viele Autoren, vor allem diejenigen, die eine großzügige Resektion bevorzugen, zwar präzise Angaben über die erreichte Beuge-Streckbeweglichkeit machen, während über die Stabilität des Ellenbogengelenkes nur unpräzise oder globale Aussagen getroffen werden. Andererseits sind aber bei Autoren, die Kraft, Stabilität und Extensions-Flexionsbeweglichkeit des Ellenbogengelenkes gemeinsam bewerten, die einzelnen Bewertungssysteme so heterogen, daß auch diese Angaben schwer vergleichbar sind. So entspricht ein befriedigendes Ergebnis bei KITA (91) einem schlechten bei KNIGHT u. VAN ZANDT (93). HASS (64) z.B. bewertet Gelenke, die wenigstens 90° Beugung erreichen, mit befriedigend, während nach unserem Bewertungssystem solche Ergebnisse als schlecht gelten, weil für das Kriterium "befriedigend" eine minimale

Beugefähigkeit von  $110^{\circ}$  vorausgesetzt wird. Auch das von ESTÈVE u. Mitarb. (39) und MERLE D'AUBIGNÉ u. KERBOUL (122) angegebene dezidierte Bewertungssystem, das dem unseren im wesentlichen zur Vorlage diente, läßt die Festlegung eines Beugeminimums vermissen.

Trotz unterschiedlicher Bewertungssysteme wurde in Tabelle 7 dennoch eine Reihe von Veröffentlichungen zusammengestellt, um im Vergleich zu Tabelle 6 (Ergebnisse von Arthrolysen in der Literatur) zu zeigen, daß auch in der Literatur die Ergebnisse nach Arthroplastik (364 Fälle) insgesamt negativer beurteilt werden als nach Arthrolyse (918 Fälle). Während 30% der 364 aufgelisteten Arthroplastiken als Mißerfolge gewertet werden, beträgt der Anteil der Mißerfolge bei den 918 aufgelisteten Arthrolysen nur 19%. Darüberhinaus liegt die beim Gesamt der Arthroplastiken angegebene Mißerfolgsquote von 30% in der gleichen Größenordnung wie bei unseren nachuntersuchten Arthroplastiken.

Tabelle 8 stellt die von verschiedenen Autoren erreichte durchschnittliche Beuge-Streckfähigkeit des Ellenbogengelenkes nach Arthroplastik in Abhängigkeit vom Resektionsausmaß (sofern vom Autor angegeben) und mit Angaben der Autoren über die Stabilität des arthroplastisch reseziierten Gelenkes dar. Zum Vergleich die Daten der eigenen nachuntersuchten Gelenke: E/F präop.: 0-55-75, E/F postop.: 0-41-114, präop. Amplitude:  $20^{\circ}$ , postop. Amplitude:  $73^{\circ}$ , m.a.G.:  $53^{\circ}$ , m.r.G.: 44%, Instabilität: einmal  $5^{\circ}$ , einmal  $10^{\circ}$  (durch Muskelkontraktion jeweils voll kompensierbar).

Daß durch eine großzügigere Resektion (modifizierte HASS-Plastik, HERBERT-Plastik, modellierende Resektion auf Epikondylenniveau) durchschnittlich größere Bewegungsumfänge erzielt werden, zeigen die Daten von GSCHWEND (48), KI-

Tab.7 : Funktionelle Ergebnisse von Arthroplastiken des Ellenbogengelenkes in der Literatur. Es werden nur solche Zusammenstellungen berücksichtigt, bei denen bereits vom Autor eine graduierte Bewertung vorgenommen wurde oder aus deren Daten bzgl. Kraft, Stabilität und Beweglichkeit eine graduierte Bewertung nachvollzogen werden konnte (entsprechend dem eigenen Bewertungssystem). Beachte: Die Ergebnisse der verschiedenen Autoren sind wegen der unterschiedlichen Bewertungsmaßstäbe nur bedingt vergleichbar.

| Autor,<br>Jahr                   | Fall-<br>zahl | Methode,<br>Interponat                                                   | sehr gut<br>und<br>gut | befriedigend | mangelhaft<br>und<br>schlecht |
|----------------------------------|---------------|--------------------------------------------------------------------------|------------------------|--------------|-------------------------------|
| REINER, 1910                     | 23            | anatomisch modellierend,<br>autolog. Muskellappen                        | 11                     | 5            | 7                             |
| HASS, 1944                       | 15            | Kippgelenkplastik, autolog. Fettgewebe                                   | 11                     | 1            | 3                             |
| BÜCKLE DE LA CAMP, 1949          | 41            | anatomisch modellierend,<br>autologe Fascia lata                         | 23                     | 14           | 4                             |
| KNIGHT u. VAN ZANDT, 1952        | 45            | anatomisch modellierend,<br>autologe Fascia lata                         | 25                     | 10           | 10                            |
| MERLE D'AUBIGNÉ u. KERBOUL, 1966 | 72            | anatomisch modellierend, autolog. Kapsel, Haut od. kein Interponat       | 21                     | 27           | 24                            |
| DEE, 1969                        | 10            | anatomisch modellierend,<br>kein Interpon.                               | 3                      | 1            | 6                             |
| DEE, 1969                        | 9             | großzügige gerade Resektion<br>kein Interpon.                            | 0                      | 0            | 9                             |
| LUTHER u. SCHULITZ, 1970         | 5             | anatomisch modellierend,<br>aut. Faszienn-Fettlappen                     | 5                      | 0            | 0                             |
| RUSZCZYNSKA, 1971                | 17            | mod. nach HASS                                                           | 11                     | 4            | 2                             |
| ESTÈVE u. Mitarb., 1971          | 88            | anatomisch modellierend,<br>Kapsel, Fascia lata, Haut od. kein Interpon. | 24                     | 27           | 37                            |
| BONTEMPS u. Mitarb., 1975        | 8             | mod. nach HASS                                                           | 1                      | 5            | 2                             |
| KITA, 1977                       | 31            | anatomisch modellierend,<br>chromisierte aut. Fasc. lata                 | 15                     | 10           | 6                             |
| gesamt:                          | 364           |                                                                          | 150                    | 104          | 110                           |

Tab. 8: Durchschnittliche Beuge-Streckbeweglichkeit vor und nach Arthroplastik, mittlerer absoluter (m.a.G.) und relativer (m.r.G.) Bewegungsgewinn bei verschiedenen Autoren (X=keine näheren Angaben beim Autor)

| Autor,<br>Jahr                      | Fall-<br>zahl | Ext./Flex.<br>präop.<br>postop. | Amplitude<br>präop.<br>postop. | m.a.G<br>m.r.G. | Bemerkungen                                                                                                                                        |
|-------------------------------------|---------------|---------------------------------|--------------------------------|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| BONTEMPS u.<br>Mitarb., 1975        | 8             | 0-78- 94<br>0-51-111            | 16°<br>60°                     | 44°<br>35%      | 5°- 10° laterale Instabilität<br>bei 6 Gelenken, mod. HASS-<br>Plastik                                                                             |
| DICKSON u.<br>Mitarb., 1976         | 10            | X<br>X                          | 38°<br>60°                     | 22°<br>21%      | keine Angabe über Resektions-<br>ausmaß, lat. Instab.: 3 mal<br>30 Grad, 4 mal 10-30 Grad                                                          |
| ESTÈVE u.<br>Mitarb., 1971          | 88            | X<br>X                          | 10°<br>70°                     | 60°<br>46%      | modellierende Res., gewöhnlich<br>15-20 Gr. Instab. in Ext. u.<br>Muskelrelax., 5 Schlottergelenke                                                 |
| FROIMSON u.<br>Mitarb., 1976        | 5             | 0-66- 86<br>0-20-123            | 20°<br>103°                    | 83°<br>69%      | modellierende Resektion von 1-<br>2 cm am Humerus, lat. Instab.:<br>3 x 15 Grad, 1 x 20 Grad,<br>1 x 30 Grad                                       |
| GSCHWEND, 1967                      | 17            | X<br>X                          | X<br>116°                      | X<br>X          | mod. HASS-Plastik, 1 Fall von<br>schwerer Instabilität                                                                                             |
| KIMURA u.<br>VAINIO, 1976           | 155           | X<br>X                          | 50°<br>96°                     | 46°<br>51%      | mod. HASS-Plastik, stabiler als<br>HERBERT-Plastik, in 46% humera-<br>le Knochenresorption mit Gabel-<br>bildung (Instab., Nervenkom-<br>pression) |
| KIMURA u.<br>VAINIO, 1976           | 53            | X<br>X                          | 20°<br>100°                    | 80°<br>66%      | Plastik nach HERBERT (großzügi-<br>ge geradlin. Res.), in 26% hu-<br>merale Knochenresorption, alle<br>bei Muskeler schlaffung instab.             |
| KITA, 1977                          | 31            | 0-52- 62<br>0-42-104            | 10°<br>62°                     | 52°<br>40%      | sparsame modellierende Resek-<br>tion, kein Fall von ernsterer<br>Instabilität                                                                     |
| LUTHER u.<br>SCHULTZ, 1970          | 5             | 0-45- 63<br>0-17-119            | 18°<br>102°                    | 84°<br>69%      | sparsame modellierende Resek-<br>tion, keine Angabe über In-<br>stabilität                                                                         |
| MERLE D'AUBIGNÉ<br>u. KERBOUL, 1966 | 72            | 0-45- 55<br>0-26- 99            | 10°<br>73°                     | 63°<br>48%      | modellierende Resektion mit 15-<br>20 mm Knochenopfer, in Fällen<br>größerer Resektionsbreite häufig<br>Luxationen u. Instabilität                 |
| MILLS u. RUSH,<br>1971              | 10            | 0-41-114<br>0-40-121            | 73°<br>81°                     | 8°<br>12%       | modellierende Resektion (Aus-<br>maß?), bei 6 Gelenken Bewe-<br>glichkeitsverlust, nicht näher<br>präzisierte Instab. bei allen<br>Gelenken        |
| SHAHRIAREE u.<br>Mitarb., 1979      | 30            | 0-54- 76<br>0-30-132            | 22°<br>102°                    | 80°<br>68%      | modellierende Resektion in<br>Höhe der Epikondylen, Instabi-<br>lität von 10-40 Grad bei allen<br>Gelenken                                         |
| UNANDER-SCHARIN<br>KARLHOLM, 1965   | 19            | 0-62- 84<br>0-24-115            | 22°<br>91°                     | 69°<br>58%      | mod. HASS-Plastik, häufig Ten-<br>denz zur Instabilität, in 3<br>Fällen beträchtliche Instabili-<br>tät (Schienenhülsenapparat)                    |

MURA u. VAINIO (90), SHAHRIAREE u. Mitarb. (158) und UNANDER-SCHARIN u. KARLHOLM (170). Gleichzeitig kommt aber die Reziprozität von Resektionsausmaß und Stabilität des Ellenbogengelenkes deutlich zum Ausdruck. SHAHRIAREE u. Mitarb. (158) geben an, daß Instabilitäten von  $10^{\circ}$  bis  $40^{\circ}$  bei jedem Gelenk vorlägen, UNANDER-SCHARIN u. KARLHOLM (170) mußten allein 3 von 19 Gelenken mit einem Schienenhülsenapparat versorgen und KIMURA u. VAINIO (90) bemerken zum Problem der Instabilität bei der Nachuntersuchung von 53 HERBERT-Arthroplastiken und 155 HASS-Arthroplastiken, daß die Plastik nach HASS bessere Stabilität und Extensionskraft gäbe als die gerade Resektion nach HERBERT und daß eine Knochenresorption des distalen Humerusendes bei 20% der HERBERT und bei 46% der HASS-Plastiken aufgetreten sei. Eine geringe Gabelbildung durch Knochenresorption des distalen Humerusendes erhöhe die Stabilität, eine stärkere führe zu Instabilität und infolgedessen zu einer Kompression des Nervus ulnaris, die in 17% der HERBERT- und in 20% der HASS-Plastiken aufgetreten sei. Daraus ergibt sich, daß zumindest in 17 bzw. 20% der Fälle eine schwerwiegende Instabilität vorgelegen haben muß. Unter Hinzunahme der Angabe der Autoren, daß bei 17 der insgesamt 208 Arthroplastiken die Beugefähigkeit unzureichend war, errechnet sich eine Mißerfolgsquote von 27,4%, die aber als Folge der großzügigen Resektion vorwiegend durch Instabilitäten bedingt ist. Bedeutend in diesem Zusammenhang ist auch eine Äußerung von HURRI u. PULKKI (80) bzgl. HERBERT- und HASS-Plastiken: "A joint after an HERBERT-arthroplasty is quite unstable when the muscles are relaxed, but fairly stable with tightened muscles ... After an arthroplasty the statics of the elbow are changed, the brachioradial muscle becomes the most important flexor." RAUNIO u. JAKOB (141) geben für HERBERT- und HASS-Plastiken den Hinweis, man solle Stabilitätseinbußen des Ellenbogengelenkes durch körper-

nahe Haltung des Armes kompensieren, "den Körper gleichsam als Schiene benützend".

Widersprochen werden muß zudem der Aussage von KIMURA u. VAINIO (90), daß eine geringergradige Knochenresorption mit Gabelbildung des distalen Humerus die Stabilität des Ellenbogengelenkes erhöhe. Gerade bei dem einzigen unserer nachuntersuchten Gelenke, bei dem es durch Knochenresorption zu einer nur angedeuteten Gabelbildung des distalen Humerusendes kam, lag auch eine laterale Instabilität von  $10^{\circ}$  vor. Rein mechanisch erklärt sich diese Instabilitätsneigung durch eine sekundäre Verkürzung der Hebelarme, auf die schon HACKENBROCH (55) hingewiesen hat. Auch ESTÈVE u. Mitarb. (39) und MERLE D'AUBIGNÉ u. KERBOUL (122) betonen besonders, nicht zu viel Knochensubstanz am Humerus zu entfernen, weil sich andernfalls das Risiko resorptiver Erscheinungen mit Ausbildung von Subluxationen, Luxationen und Instabilitäten des Ellenbogengelenkes erhöhe.

Nur eine sparsame modellierende Resektion schafft optimale Voraussetzungen zur Erhaltung der Stabilität und und sichert immerhin in der Mehrzahl der Fälle eine ausreichende Beweglichkeit. Trotz Minimalresektion konnte bei 6 der 9 nachuntersuchten Gelenke ein zufriedenstellender Bewegungssektor mit mindestens  $110^{\circ}$  Beugung erreicht werden. Ein Mißerfolg, der durch Wiederherstellung des Ausgangszustandes, also durch Wiederversteifung oder unzureichende Beweglichkeit bedingt ist, ist für einen Patienten sicher leichter erträglich als ein funktionsloses, kraftloses und instabiles Gelenk. Zur gleichen Aussage kommen ESTÈVE u. Mitarb. (39), MERLE D'AUBIGNÉ u. KERBOUL (122) und HACKENBROCH (55; 58).

Wie relativ der Begriff "ökonomische Resektion" verstanden wird und wie eng der "therapeutische Bereich" des

Resektionsausmaßes, die Sicherheitsgrenze zur Instabilität ist, sei anhand zweier Literaturmitteilungen verdeutlicht. Bei FROIMSON u. Mitarb. (43) liegen bei einem Knochenopfer von 1 bis 2 cm am distalen Humerus bereits erhebliche Instabilitäten vor (vgl. Tbl. 8). ESTÈVE u. Mitarb. (39) bemerken, daß bei einer ihrer Meinung nach ökonomischen Resektionsbreite von ca. 15 bis 20 mm eine laterale Instabilität von  $15^{\circ}$  bis  $20^{\circ}$  (in Extensionsstellung bei Muskeler-schlaffung) und eine antero-posteriore Verschieblichkeit des Ellenbogengelenkes von 1 cm (in Beugestellung von  $90^{\circ}$ ) die Regel seien. In 1 Viertel der Fälle ( $n=88$ ) sei die Instabilität so ausgeprägt, daß Arbeiten, die eine gewisse Präzision erfordern, nicht mehr möglich sind. Diese Aussagen belegen, daß bereits Resektionsbreiten von mehr als 1 cm hinsichtlich der Stabilitätserhaltung fatal sein können.

Die Wiederherstellung der Unterarmumwendbeweglichkeit im Rahmen einer Arthroplastik ist viel unsicherer als bei Arthrolysen. Nur bei der Hälfte der 6 nachuntersuchten Gelenke mit präoperativ erheblicher Rotationseinschränkung konnte diese verbessert werden. Ein Fehlschlag bzgl. der Beuge-Streckbeweglichkeit war immer von einem solchen der Pronation/Supination begleitet. Gleichwohl muß aber - wie schon bei den Arthrolysen dargestellt - betont werden, daß eine systematische Resektion des Radiusköpfchens zur Verbesserung der Rotationsbeweglichkeit keineswegs obligat ist (39; 43; 86; 122).

Die röntgenologische Beurteilung der nachuntersuchten Arthroplastiken zeigte in Übereinstimmung mit mehreren Autoren (23; 55; 93), daß das Röntgenbild einer Arthroplastik meist keinen unmittelbaren Rückschluß auf das funktionelle Ergebnis zuläßt, wohl besteht aber eine Abhängigkeit von der Kongruenz der geschaffenen Gelenkflächen. Echte produk-

tiv arthrotische Veränderungen konnten nicht gesehen werden, es handelt sich vielmehr um reine Abnutzungserscheinungen (58; 140). PUTTI (140) vergleicht eine seit mehreren Jahren bestehende Arthroplastik treffend mit einem extrem überalterten Gelenk.

Nur im Fall der Arthroplastik nach Ellenbogengelenks-osteomyelitis war die unzureichende Beuge-Streckbeweglichkeit rein mechanisch durch massivste periartikuläre Ossifikationen als Folge eines mehrfachen Rezidivierens der Osteomyelitis erklärbar. Dieses Beispiel belegt auch, daß Arthroplastiken bei infektiös bedingten Gelenksteifen von großer Unsicherheit begleitet sind, weil ein Wiederaufflammen des Krankheitsprozesses letztlich nie ausgeschlossen werden kann (57; 64; 93; 119; 170). Die Indikationsstellung bedarf hier einer besonders strengen Erwägung.

Neben den oben erwähnten infektiös bedingten Gelenksteifen gelten für Arthroplastiken im wesentlichen dieselben prognostisch ungünstigen Faktoren, die schon bei der Besprechung der Arthrolysen dargestellt wurden. Besonders hingewiesen sei auf den negativen Effekt eines späten Nachbehandlungsbeginnes. Eine konsequente Frühmobilisierung (ab dem 3. postoperativen Tag (48), zumindest aber in der 1. postoperativen Woche) wird in Zukunft zu einer Verbesserung der Bewegungsergebnisse führen.

Vorschläge zur Verbesserung der funktionellen Ergebnisse nach Arthroplastik zu entwickeln, sind schwierig - ebenso schwierig wie die Operation selbst -, weil sich die Art des Eingriffes ihre eigenen Grenzen setzt: Beweglichkeit und Stabilität des Ellenbogengelenkes verhalten sich reziprok und sind eine Funktion des Resektionsausmaßes.

Arthrolyse und Arthroplastik des Ellenbogengelenkes sind 2 vollkommen ungleichwertige Eingriffe.

Die Arthrolyse ist eine ausgezeichnete, risikoarme Operation und kann daher - bei richtiger Indikationsstellung und Technik - als eine in hohem Maße erfolgreiche Behandlungsmethode empfohlen werden.

Die Arthroplastik ist eine Operation, deren Durchführung schwierig ist und deren Ergebnisse viel unsicherer und schlechter als die der Arthrolyse sind. Das optimale Ausmaß der Knorpel-Knochenresektion ist schwierig abzuschätzen, die Sicherheitsgrenze zwischen Wiederversteifung und Schlottergelenk ist schmal. Dennoch können in der Mehrzahl der Fälle erhebliche funktionelle Verbesserungen erzielt werden. Wegen des höheren Risikos muß die Indikation zur Arthroplastik bewußt sehr eng begrenzt bleiben.

Trotz ihrer Unvollkommenheit bleibt die Arthroplastik solange unverzichtbarer therapeutischer Bestandteil bei Steifen des Ellenbogengelenkes, bis es gelungen ist, die großen Probleme der Endoprothetik zu lösen und physiologisch und dauerhaft arbeitende Totalendoprothesen zu entwickeln. Denn würde man nicht die erhöhten Risiken der totalen Endoprothetik des Ellenbogengelenkes (Verankerung, Infektionsrisiko, Abriebfolgen, Schlottergelenke nach Prothesenentfernung) in Rechnung stellen, so könnten die nur unvollkommenen Ergebnisse nach Resektions-Arthroplastiken einmal mehr dazu verleiten, die Indikation für die alloplastischen Eingriffe auf Kosten anderer langjährig bewährter operativer Verfahren unkritisch zu erweitern. Erst die weitere Zukunft wird zeigen, ob die klassische Resektions-Arthroplastik aus dem therapeutischen Register bei Ellenbogengelenksteifen gestrichen werden kann.

## 11. ZUSAMMENFASSUNG

Ausgehend von einem Überblick über die historische Entwicklung von Arthrolyse und Arthroplastik werden beide Begriffe definiert und gegeneinander abgegrenzt. Nach einer Darstellung der normalen Anatomie des Ellenbogengelenkes wird auf die pathologische Anatomie und die Ursachen von Gelenksteifen eingegangen.

Jede differenzierte Therapie von Gelenksteifen setzt eine exakte klinische und röntgenologische Untersuchung voraus. Bei erheblichem Befund sind konservative Maßnahmen bald erschöpft. An diesem Punkt setzt die operative Therapie ein. Es werden die in der Literatur beschriebenen Voraussetzungen, Indikationen, Kontraindikationen und operativen Prinzipien von Arthrolysen und Arthroplastiken des Ellenbogengelenkes ausführlich dargelegt. Die Wichtigkeit der Nachbehandlung wird besonders hervorgehoben.

Im folgenden wird auf die Erfahrungen der Staatl. Orthopädischen Klinik der Universität München mit Ellenbogengelenkssteifen und deren Therapie durch Arthrolyse und Arthroplastik eingegangen:

Im Zeitraum von 1955 bis 1979 konnten 14 Arthroplastiken und 50 Arthrolysen anhand von Krankenblättern erfaßt werden. Ursächlich stehen Frakturen im Ellenbogengelenksbereich im Vordergrund. Beide Operationen werden aufgrund von Nachuntersuchungsergebnissen bewertet und miteinander verglichen. Bei der Nachuntersuchung werden subjektive, durch Befragung der Patienten gewonnene, und objektive, durch klinische und röntgenologische Untersuchung erhobene Befun-

de berücksichtigt und mit präoperativen Daten verglichen. Faktoren, die das Ergebnis einer mobilisierenden Operation beeinflussen können, werden herausgearbeitet.

Aufgrund der eigenen Untersuchungsergebnisse und derer anderer Autoren kann zusammenfassend gesagt werden:

1. Eine strenge Indikationsstellung ist der beste Schutz vor Mißerfolgen (vor allem bei Arthrolysen im Kindesalter und bei Arthroplastiken).
2. Erhaltung der Gelenkstabilität und Schaffung ausreichender Beweglichkeit müssen gleichberechtigte Operationsziele sein. Dies bedeutet vor allem: Minimalresektion bei Arthroplastiken.
3. Die postoperative Nachbehandlung muß frühzeitig beginnen und konsequent durchgeführt werden.
4. Angeborene Gelenksteifen eignen sich nicht für mobilisierende Eingriffe.
5. Die funktionellen Ergebnisse nach Arthrolysen bei erworbenen Gelenksteifen sind ausgezeichnet, das Risiko des Eingriffes ist gering.
6. Die funktionellen Ergebnisse nach Arthroplastiken bei erworbenen Gelenksteifen sind ungleich schlechter, gestatten aber dennoch in der Mehrzahl der Fälle eine Verbesserung des Gebrauchswertes des Armes.
7. Prognostisch ungünstige Faktoren sind: unvollständige intraoperative Mobilisierung, späte Aufnahme der Nachbehandlung, zögernde postoperative Mobilisierung mit Tendenz zur Wiedereinsteifung, kindliche Gelenksteifen, geringergradige Steifen, lange bestehende Gelenksteifen, stärkere präoperative röntgenologische Gelenksveränderungen und Steifen in Flexionsstellung.

## 12. LITERATURVERZEICHNIS

---

1. Albee, F.H.: Arthroplasty of the Elbow. J. Bone Jt. Surg. 15-A (1933) 979.
2. Albert, E.: Die wiederherstellenden Operationen am Ellenbogengelenk. Z. Orthop. 78 (1949) 339.
3. Allbrook, D., Kirkaldy-Willis, W.H.: The Restoration of Articular Surfaces after Joint Excision. J. Bone Jt. Surg. 40-B (1958) 742.
4. Allison, Brooks: The Mobilisation of Ankylosed Joints. Surg. Gynecol. Obstet. 17 (1913) 645.
5. Artmann, M., Wirth, C.J.: Die chronisch rezidivierende Ellenbogenluxation - Bedeutung der Incisura semilunaris ulnae. Vortrag, gehalten auf der 24. Jahrestagung der Süddeutschen Orthopäden, Baden-Baden 1976.
6. Balay, B., Setiey, L., Vidalain, J.P.: Les raideurs du coude - Traitement orthopédique et chirurgical. Acta Orthop. Belg. 41 (1975) 414.
7. Barton, J.R.: On the Treatment of Ankylosis by the Formation of Artificial Joints. North Amer. Med. Surg. J. 3 (1827) 279.
8. Bartsch, H.: Technik und Ergebnisse bei der Arthrolyse des Ellenbogengelenkes. Orthop. Praxis. 14 (1978) 596.
9. Betzel, F.: Die Gelenkplastik und ihre Bedeutung im Wandel der Zeit. Zentralbl. Chir. 90 (1965) 915.
10. Bhattacharyya, S.: Arthrolysis: new approach to surgery of post-traumatic stiff elbow. J. Bone Jt. Surg. 56-B (1974) 567.
11. Billroth, Th.: Allgemeine chirurgische Pathologie und Therapie. 4. Aufl., S.565, 1869; zit. bei Wolff, J.: Berl. klin. Wschr. 32 (1895) 935.
12. Blauth, W., Hepp, W.R.: Die Arthrolyse des Ellenbogengelenkes. Orthop. Praxis. 14 (1978) 143.

13. Blauth, W., Hepp, W.R.: Die Arthrolyse in der Behandlung posttraumatischer Kniestrecksteifen.  
Z. Orthop. 116 (1978) 220.
14. Bontemps, G., Meier, G., Tillmann, K.: Synovektomie und Arthroplastiken des Ellenbogengelenkes bei rheumatischer Arthritis. Orthop. Prax. 11 (1975) 895.
15. Brown, J.E., McGaw, W.H., Shaw, D.T.: Use of Cutis as an Interposing Membrane in Arthroplasty of the Knee.  
J. Bone Jt. Surg. 40-A (1958) 1003.
16. Bryan, R.S.: Total Replacement of the Elbow Joint.  
Arch. Surg. 112 (1977) 1092.
17. Büchner, W., Kuning, H., Dahmen, G.: Notwendigkeit, Möglichkeit und Grenzen der operativen Remobilisierung veralteter Ellenbogengelenkfrakturen.  
Orthop. Prax. 14 (1978) 134.
18. Bürkle de la Camp, H.: Wiederherstellung der Beweglichkeit versteifter Gelenke. Arch. klin. Chir. 264 (1950) 455.
19. Campbell, W.C.: Arthroplasty of the Elbow.  
Ann. Surg. 76 (1922) 615.
20. Campbell, W.C.: Mobilisation of Joints with Bony Ankylosis. J. Amer. Med. Ass. 83 (1924) 976.
21. Campbell, W.C.: The Present Status of Arthroplasty.  
Surg. Gynecol. Obstet. 41 (1925) 843.
22. Campbell, W.C.: The Physiology of Arthroplasty.  
J. Bone Jt. Surg. 13-A (1931) 223.
23. Campbell, W.C.: Surgery of the Ankylosed Joint.  
Surg. Gynecol. Obstet. 55 (1932) 747.
24. Cauchoix, J., Deburge, A.: Traitement de raideurs post-traumatiques du coude par la capsulectomie.  
Mém. Acad. Chir. 91 (1965) 926.
25. Cauchoix, J., Deburge, A.: L'arthrolyse du coude dans les raideurs post-traumatiques.  
Acta Orthop. Belg. 41 (1975) 385.
26. Chlumský, V.: Über die Wiederherstellung der Beweglichkeit des Gelenkes bei Ankylose.  
Zentralbl. Chir. 37 (1900) 921

27. Cramer, K.: Beitrag zur blutigen Mobilisierung des ankylotischen Ellbogengelenkes. Z. Orthop. Chir. 16 (1907) 107.
28. Czerny, V.: Beschreibung eines neu gebildeten Gelenkes nach der totalen Resektion im Ellbogengelenke wegen Anchylose. Arch. klin. Chir. 13 (1872) 227.
29. Deburge, A.: L'arthrolyse dans les raideurs post-traumatiques du coude. Presse Méd. 72 (1964) 2933.
30. Deburge, A., Cartier, P., Pidhorz, L.: Traitement, chez l'adulte, des raideurs post-traumatiques du coude datant de l'enfance. Rev. Chir. Orthop. 59 (1973) 685
31. Deburge, A., Cauchoix, J.: L'arthrolyse avec accourcissement huméral - Une solution nouvelle pour les raideurs anciennes et serrées. Acta Orthop. Belg. 41 (1975) 393.
32. Debrunner, H.U.: Gelenkmessung (Neutral-O-Methode), Längenmessung, Umfangmessung. Bulletin, offizielles Organ der Schweizerischen Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen, April 1971.
33. Dee, R.: Elbow Arthroplasty. Proc. R. Soc. Med. 62 (1969) 1031.
34. Defontaine: Rev. Chir. 9 (1887); zit. bei Wolff, J.: Berl. klin. Wschr. 32 (1895) 935.
35. Dickson, R.A., Stein, H., Bentley, G.: Excision Arthroplasty of the Elbow in Rheumatoid Arthritis. J. Bone Jt. Surg. 58-B (1976) 227.
36. Doutrelepon: Zur Regeneration der Knochen nach subperiostaler Gelenksresektion. Arch. klin. Chir. 9 (1868) 911.
37. Eady, J.L.: Excisional Arthroplasty of the Elbow Following Trauma. A Report of Four Cases. J. SC. Med. Ass. 72 (1976) 124.
38. Engelbrecht, E.: Erfahrungen mit der Ellengelenksendoprothese Modell St. Georg. Z. Orthop. 113 (1975) 468.
39. Estève, P., Valentin, P., Deburge, A., Kerboull, M.: Raideurs et ankyloses post-traumatiques du coude. Rev. Chir. Orthop. 57, Suppl 1, (1971) 26.

40. Evans, E.B., Smith, J.R.: Bone and Joint Changes Following Burns. J. Bone Jt. Surg. 41-A (1959) 785.
41. Fick, R.: Handbuch der Anatomie und Mechanik der Gelenke. Fischer, Jena 1911.
42. Förderl, O.: Über künstliche Gelenkbildung. Z. Heilk. 16 (1895) 301.
43. Froimson, A.I., Silva, J.E., Richey, D.G.: Cutis Arthroplasty of the Elbow Joint. J. Bone Jt. Surg. 58-A (1976) 863.
44. Gluck: Zur Behandlung der Ankylose des Kiefergelenkes. Verh. dtsh. Ges. Chir. 1 (1902) 167; zit. bei Payr, E.: Gelenksteifen und Gelenkplastik. Springer, Berlin 1934.
45. Glynn, J.J., Niebauer, J.J.: Flexion and Extension Contracture of the Elbow. Clin. Orthop. 117 (1976) 289.
46. Gosset, J.: L'hémi-résection humérale avec interposition de peau totale dans les raideurs et ankyloses post-traumatiques ou post-infectieuses du coude. Rev. Chir. Orthop. 40 (1954) 143.
47. Grischin, I.G.: Arthroplastik der Ellbogen- und Handgelenke mit homoplastischer Faszie bei Patienten mit rheumatoider Arthritis. Beitr. Orthop. 17 (1970) 745.
48. Gschwend, N.: The Importance of Early Mobilisation in the Elbow Arthroplasty. In: Chapchal, G.: Synovectomy and Arthroplasty in Rheumatoid Arthritis. Thieme, Stuttgart 1967.
49. Gschwend, N.: Die operative Behandlung der progressiv chronischen Polyarthrititis. Thieme, Stuttgart 1968.
50. Gschwend, N.: Arthroplastiken. Orthopäde 2 (1973) 36.
51. Gschwend, N., Scheier, H., Bähler, A.: Die GSB-Ellbogen-Endoprothese. Arch. orthop. Unfall-Chir. 73 (1972) 316.
52. Haage, H., Fishedick, O.: Arthrographie des Ellenbogengelenkes. In: Handbuch der medizinischen Radiologie, Bd. V/2, S.331, Springer, Berlin-Heidelberg-New York 1973.

53. Hackenbroch, M.: Kontrakturen und Gelenksteifen.  
Z. Orthop. 76 (1946) 79.
54. Hackenbroch, M.: Aussprachen zum Kongreß der Dtsch.  
Ges. f. Chir. von 1949. Arch. klin. Chir.  
264 (1950) 503.
55. Hackenbroch, M.: Arthrolyse und Arthroplastik. Verh.  
dtsh. orthop. Ges., 39. Kongr. (1952) 29.
56. Hackenbroch, M.: Die Gelenksteifen. In: Handbuch der  
Orthopädie, Bd. 1, S. 62, Thieme, Stuttgart 1957.
57. Hackenbroch, M.: Arthrodese, Arthroplastik, Arthrolyse.  
Arch. orthop. Unfall-Chir. 51 (1960) 549.
58. Hackenbroch, M.: Langzeitergebnisse von Gelenkplastiken  
und Arthrolysen. Verh. dtsh. orthop. Ges., 56.  
Kongr. (1969) 18.
59. Hackenbroch, M.H. jun.: Unsere Erfahrungen mit Ellen-  
bogengelenks- Endoprothesen. Z. Orthop.  
113 (1975) 462.
60. Harvey, J.P.: Arthroplasty of the Elbow in Patients  
with Rheumatoid Arthritis - An End Result Study.  
Arthr. and Rheum. 4 (1961) 112.
61. Hass, J.: Zur Frage der Indikationsstellung bei der  
operativen Mobilisierung der knöchernen Ankylose.  
Z. Orthop. 36(1917) 673
62. Hass, J.: Neue Gesichtspunkte zur Arthroplastik.  
Zentralbl. Chir. 48 (1925) 2702.
63. Hass, J.: Die Mobilisierung ankylotischer Ellbogen- und  
Kniegelenke mittels Arthroplastik.  
Arch. klin. Chir. 160 (1930) 693.
64. Hass, J.: Functional Arthroplasty. J. Bone Jt. Surg.  
26-A (1944) 297.
65. Hasselmann, J., Hepp, W.R.: Die übersehene Fraktur am  
kindlichen Ellenbogengelenk. Orthop. Prax.  
14 (1978) 91.
66. Heinemann: zit. bei Wolff, J.: Arch. klin. Chir.  
20 (1877) 771.

67. Helbig, B., Törne, O. von: Behandlungsrichtlinien nach Ellenbogengelenksarthrolysen. Orthop. Prax. 14 (1978) 148.
68. Helferich: Ein neues Operationsverfahren zur Heilung der knöchernen Kiefergelenksankylose. Verh. dtsch. Ges. Chir. 23 (1894) 504.
69. Helferich: Ueber operative Nearthrosis. Münch. med. Wschr. 50 (1913) 2769.
70. Hepp, W.R., Hasselmann, J.: Probleme bei veralteten Ellenbogengelenksfrakturen. Orthop. Prax. 13 (1977) 78.
71. Herbert, J.J.: Traitement des ankyloses du coude dans le rhumatisme. Rev. Chir. Orthop. 44 (1958) 87.
72. Herzog, K.: Die bewegungsphysiologische Ausnutzung der großen Gliedmaßengelenke des Menschen in Beruf und Alltag und ihre praktische Bedeutung. Thieme, Leipzig 1943.
73. Hoffa, A.: Die Mobilisierung knöchern verwachsener Gelenke. Z. orthop. Chir. 17 (1906) 1.
74. Hofmann, M.: Zur Behandlung der knöchernen Ankylose im Ellbogengelenk. Arch. klin. Chir. 80 (1906) 311.
75. Hohmann, G.: Zur operativen Behandlung der Knie- und Ellenbogenkontrakturen. Münch. med. Wschr. 63 (1916) 1639.
76. Hohmann, G.: Ueber die operative Behandlung der Kontrakturen und Ankylosen der Gelenke. Berl. klin. Wschr. 55 (1918) 222.
77. Hohmann, G.: Hand und Arm, ihre Erkrankungen und deren Behandlung. Bergmann, München 1949.
78. Hohmeier, F., Magnus, G.: Zur Frage der Weichteilimplantation bei Gelenkresektionen. Beitr. klin. Chir. 94 (1914) 547.
79. Hopf, A., Arcq, M.: Principes du traitement des raideurs du coude à la suite de traumatismes anciens. Acta Orthop. Belg. 41 (1975) 425.
80. Hurri, L., Pulkki, T., Vainio, K.: Arthroplasty of the Elbow in Rheumatoid Arthritis. Acta Chir. Scand. 127 (1964) 459.

81. Jäger, M., Wirth, C.J.: Kapselbandläsionen: Bio-mechanik, Diagnostik und Therapie. Thieme, Stuttgart 1978.
82. Jagetho, Th.: Zur Reproduction der Knochen nach subperiostaler Resektion. Dtsch. Z. Chir. 4 (1874) 393.
83. Johansson, O.: Capsular and Ligament Injuries of the Elbow Joint. Acta Chir. Scand. Suppl. 287 (1962).
84. Judet, R. et J., Babin-Chevaye, J., Enhart, J.: Rééducation passive posturale en chirurgie articulaire. Presse Méd. 73 (1965) 81.
85. Judet, J., Judet, H.: Arthrolyse du coude. Acta Orthop. Belg. 41 (1975) 412.
86. Kerboull, M.: Le traitement des raideurs du coude de l'adulte. Acta Orthop. Belg. 41 (1975) 438.
87. Kettunen, K.: Skin Arthroplasty in the Light of Animal Experiments with Special Reverence to Functional Metaplasia of the Connective Tissue. Acta Orthop. Scand. Suppl. 29 (1958).
88. Keyl, W.: Zur Indikation der Radiusköpfchenresektion unter Berücksichtigung der Spätergebnisse von 251 Frakturen und Luxationen des Radiusköpfchens. Arch. orthop. Unfall-Chir. 70 (1971) 243.
89. Keyl, W., Wirth, C.J.: Folgezustände nach Frakturen und Luxationen des Ellenbogengelenkes im Kindesalter. Orthop. Prax. 14 (1978) 122.
90. Kimura, Ch., Vainio, K.: Arthroplasty of the Elbow in Rheumatoid Arthritis. Arch. orthop. Unfall-Chir. 84 (1976) 339.
91. Kita, M.: Arthroplasty of the Elbow Using J-K Membrane. Acta Orthop. Scand. 48 (1977) 450.
92. Klems, H., Weigert, M.: Ergebnisse nach Arthrolysen am Knie- und Ellenbogengelenk. Arch. orthop. Unfall-Chir. 73 (1972) 211.
93. Knight, R.A., Zandt, I.L. van: Arthroplasty of the Elbow - An End Result Study. J. Bone Jt. Surg. 34-A (1952) 610.
94. Kocher Th.: Chirurgische Operationslehre. Fischer, Jena 1907.

95. Kolář, J., Vrabec, R.: Periarticular Soft-Tissue Changes as a Late Consequence of Burns.  
J. Bone Jt. Surg. 41-A (1959) 103.
96. Krompecher: Regenerative Gelenkbildung. Münch. med. Wschr. 91 (1944) 84.
97. Lange, F.: Die operative Behandlung der Kontrakturen und Ankylosen. Z. Orthop. 36 (1917) 495.
98. Lange, F.: Lehrbuch der Orthopädie. Fischer, Jena 1922.
99. Lange, M.: Aussprachen zum Kongreß der Dtsch. Ges. f. Chir. von 1949. Arch. klin. Chir. 264 (1950) 495.
100. Lange, M.: Arthrolyse und Arthroplastik. Verh. dtsch. orthop. Ges., 39. Kongr. (1952) 62.
101. Lange, M.: Orthopädisch-chirurgische Operationslehre. Bergmann, München 1962.
102. Lange, M.: Orthopädisch-chirurgische Operationslehre. Ergänzungsband: Neueste Operationsverfahren. Bergmann, München 1968.
103. Lange, M.: Lehrbuch der Orthopädie und Traumatologie. Bd. 1, Enke, Stuttgart 1971.
104. Langenbeck, R. von: Ueber die Endresultate der Gelenk-resektionen im Kriege. Verh. dtsch. Ges. Chir., 2. Kongreß (1873) 183; zit. bei Wolff, J.: Arch. klin. Chir. 20 (1877) 771.
105. Lepping, J.: Zur Histologie der Gelenkplastik. Z. Orthop. 76 (1946) 213.
106. Lexer, E.: Die Verwendung der freien Knochenplastik nebst Versuchen über Gelenkeinsteifung und Gelenk-transplantation. Verh. dtsch. Ges. Chir. 37 (1908) 188.
107. Lexer, E.: Über Gelenktransplantationen. Verh. dtsch. Ges. Chir. 38 (1909) 398.
108. Lexer, E.: Die Verwertung der freien Fettgewebsverpflanzung zur Wiederherstellung und Erhaltung der Gelenkbeweglichkeit. Dtsch. Z. Chir. 135 (1916) 389.
109. Lexer, E.: Das Beweglichmachen versteifter Gelenke mit und ohne Gewebszwischenlagerung. Zentralbl. Chir. 1 (1917) 2.

110. Lexer, E.: Wiederherstellungschirurgie. Barth, Leipzig 1920.
111. Lexer, E.: Die freien Transplantationen. In: Neue Deutsche Chirurgie. Hrsg. H. Küttner, Bd. 26 a u. b, Enke, Stuttgart 1919 u. 1924.
112. Lezius, A.: Die Anwendung der Cutis für Gelenkplastiken. Langenbecks Arch. klin. Chir. 264 (1950) 490.
113. Löffler, F., Matzen, P.F., Knöfler, E.W.: Orthopädische Operationen. Bd. 1, VEB Verlag Volk und Gesundheit, Berlin 1971.
114. Loewe, O.: Ueber Hautimplantation an Stelle der freien Faszienplastik. Münch. med. Wschr. 60 (1913) 1320.
115. Lorenz, A.: Ueber die Indikationen der Arthrodese und der operativen Arthrolyse. Verh. dtsh. orthop. Ges. 11 (1912) 189.
116. Luther, R., Schulitz, K.P.: Operative Wiederherstellung der Gebrauchsfähigkeit versteifter Ellenbogengelenke. Chir. Prax. 14 (1970) 91.
117. MacAusland, W.R.: Mobilisation of the Elbow by Free Fascia Transplantation with Report of Thirty-One Cases. Surg. Gynecol. Obstet. 33 (1921) 223.
118. MacAusland, W.R.: Mobilisation of Ankylosed Joints. Surg. Gynecol. Obstet. 37 (1923) 255.
119. MacAusland, W.R.: Arthroplasty of the Elbow. N. Engl. J. Med. 236 (1947) 97.
120. Mahmud, H.R., Rumpf, P., Sailer, R., Ulrich, B.: Zur Myositis ossificans nach Schädel-Hirntrauma. Langenbecks Arch. klin. Chir. 346 (1978) 265.
121. Matzen, P.F.: Traumatische Veränderungen im Bereich des Ellenbogengelenkes. In: Handbuch der Orthopädie. Bd. 3, S.378, Thieme, Stuttgart 1959.
122. Merle D'Aubigné, R., Kerboul, M.: Les opérations mobilisatrices des raideurs et ankyloses du coude. Rev. Chir. Orthop. 52 (1966) 427.
123. Millard, D.R., Ortiz, A.C.: Correction of Severe Elbow Contractures. J. Bone Jt. Surg. 47-A (1965) 1347.

124. Mills, K., Rush, J.: Skin Arthroplasty of the Elbow.  
Austr. NZ. J. Surg. 41 (1971) 179.
125. Moreau: zit. bei Estève u. Mitarb.: Rev. Chir.  
Orthop. 57, Suppl. 1 (1971) 26.
126. Morscher, E.: Ellenbogenfrakturen beim Erwachsenen,  
veraltete Fälle. Hefte Unfallheilk. 114 (1973) 76.
127. Moszkowicz, L.: Ueber Arthroplastik. Beitr. klin.  
Chir. 105 (1917) 168.
128. Murphy, J.B.: Ankylosis. Arthroplasty - Clinical  
and Experimental. J. Amer. Med. Ass. 44 (1905) 1573.
129. Murphy, J.B.: Arthroplasty. Ann. Surg. 57 (1913) 593.
130. Ollier, L.: Démonstration anatomique de la  
reconstitution du coude après la résection sous-  
périostée. Examen d'une série de 106 cas de cette  
opération. Zentralbl. Chir. 33 (1882) 548.
131. Ollier, L.: Traité des résections. Masson, Paris 1889.
132. Payr, E.: Über die operative Mobilisierung ankyloti-  
scher Gelenke. Verh. dtsch. orthop. Ges.  
9 (1910) 354.
133. Payr, E.: Über blutige Mobilisierung versteifter Ge-  
lenke. Zentralbl. Chir. 37 (1910) 1227.
134. Payr, E.: Über die operative Mobilisierung ankylosier-  
ter Gelenke. Münch. med. Wschr. 57 (1910) 1921.
135. Payr, E.: Weitere Erfahrungen über die operative Mo-  
bilisierung ankylosierter Gelenke, mit Berück-  
sichtigung des späteren Schicksals der Arthro-  
plastik. Dtsch. Z. Chir. 129 (1914) 341.
136. Payr, E.: Der heutige Stand der Gelenkchirurgie.  
Langenbecks Arch. klin. Chir. 148 (1927) 404.
137. Payr, E.: Gelenksteifen und Gelenkplastik.  
Springer, Berlin 1934.
138. Phemister, D.B., Miller, E.M.: The Method of New Joint  
Formation in Arthroplasty. Surg. Gynecol. Obstet.  
26 (1918) 406.

139. Putti, V.: L'interposizione di lembo aponeurotici liberi nella mobilizzazione, chirurgica delle anchilosi e della rigidità articolare.  
Arch. ortop. 30 (1913) 129.
140. Putti, V.: Vingt ans d'expérience d'arthroplastie.  
Presse Méd. 42 (1934) 1321.
141. Raunio, P., Jakob, R.: Die Ellbogenarthroplastik in der rheumatoiden Arthritis. Orthopäde 2 (1973) 102.
142. Refior, H.J., Hübner, G.: Zur Morphologie des hyalinen Gelenkknorpels unter Immobilisation und Remobilisation. Arch. Orthop. Traumat. Surg.  
91 (1978) 305.
143. Reiner, H.: Über die funktionellen Resultate der Resektion des Ellbogengelenkes mit Interposition eines Muskellappens nach Helferich. Dtsch. Z. Chir.  
104 (1910) 209.
144. Renné, J., Weller, S.: Ellenbogengelenk. In: Spezielle Chirurgie für die Praxis (Hrsg.: Baumgartl, F., Kremer, U., Schreiber, H.W.), Thieme, Stuttgart 1976.
145. Rodegerdts, U., Lenze, U., Hertel, E.: Zur Myositis ossificans und ihrer operativen Therapie. Arch. orthop. Unfall-Chir. 84 (1976) 349.
146. Rohen, J.W.: Topographische Anatomie. Schattauer, Stuttgart-New York 1977.
147. Ruscynska, J.: Arthroplastik des Kleinbogengelenkes bei primär-chronischen Polyarthritiden-Kranken. Beitr. orthop. Chir. 18 (1971) 133.
148. Sanchis Olmos, V.: Ellenbogengelenkplastik mit konserverter Haut. Verh. dtsch. orthop. Ges. 9 (1962) 403.
149. Santy, P.: Arthroplasty. Surg. Gynecol. Obstet.  
37 (1923) 310.
150. Sayre: zit. bei Payr, E.: Gelenksteifen und Gelenkplastik. Springer, Berlin 1934.
151. Schanz, A.: Zur Behandlung der knöchernen Versteifung des Ellbogengelenkes. Münch. med. Wschr.  
50 (1904) 2228.
152. Scheier, H.: Das GSB-Ellenbogengelenk. Z. Orthop.  
113 (1975) 467.

153. Schepelmann, E.: Ziele und Wege der Arthroplastik.  
Münch. med. Wschr. 64 (1917) 363.
154. Schepelmann, E.: Die funktionelle Arthroplastik.  
Beitr. klin. Chir. 108 (1917) 585.
155. Schmerz, H.: Neue Anschauungen über operative Gelenkmobilisation. Zentralbl. Chir.  
43 (1916) 935.
156. Schmieden, V.: Ueber Ellbogenresektionen mit Erhaltung der Beweglichkeit. Berl. klin. Wschr.  
45 (1908) 1521.
157. Segale, C.: Über die Regeneration der Synovialmembran und der Gelenkkapsel. Bruns Beitr. klin. Chir. 87 (1913) 259.
158. Shahriaree, H., Sajadi, K., Silver, C.M.,  
Sheikholeslamzadeh, S.: Excisional Arthroplasty of the Elbow. J. Bone Jt. Surg. 61-A (1979) 922.
159. Shroyer, R.N.: Ossification of the Posterior Aspect of the Elbow. J. Bone Jt. Surg. 42-A (1960) 1156.
160. Sicard, A., Poujade, J.: L'arthroplastie avec interposition cutanée. Étude expérimentale et clinique. J. Chir. 79 (1960) 13.
161. Sisk, D.: Ankylosis and Deformity. In: Campbell's Operative Orthopedics. Vol. 2, S. 1206, Mosby, St. Louis 1971.
162. Steinbach, M.: Die Sudecksche Dystrophie des Ellenbogengelenkes. Orthop. Prax. 14 (1978) 152.
163. Straub, L.R.: Surgical Rehabilitation of the Hand and Upper Extremity in Rheumatoid Arthritis. Bull. Rheum. Dis. 12 (1962) 265.
164. Stjören, H.: Congenital Ankylosis of the Elbow. Acta Orthop. Scand. 35 (1965) 202.
165. Sumita, M.: Experimentelle Beiträge zur operativen Mobilisierung ankylosierter Gelenke. Arch. klin. Chir. 99 (1912) 755.
166. Syme, J.: The Excision of Diseased Joints. Edinbourg 1839; zit. bei Gschwend, N.: Die operative Behandlung der progressiv chronischen Polyarthritidis. Thieme, Stuttgart 1968.

167. Syme, J.: Excision of the Elbow Joint, and Fracture through the Lower End of the Humerus. *Lancet* 3. März (1855) 231.
168. Textor: Ueber Wiedererzeugung der Knochen nach Resection beim Menschen. Würzburg 1843; zit. bei Wolff, J.: *Arch. klin. Chir.* 20 (1877) 771.
169. Thom, V.: Beitrag zur Gelenkmobilisation. *Dtsch. Z. Chir.* 108 (1911) 424.
170. Unander-Scharin, L., Karlholm, S.: Experience of Arthroplasty of the Elbow. *Acta Orthop. Scand.* 36 (1965) 54.
171. Vainio, K.: Arthroplasty of the Elbow and Hand in Rheumatoid Arthritis. In: Chapchal, G.: *Synovectomy and Arthroplasty in Rheumatoid Arthritis.* Thieme, Stuttgart 1967.
172. Vainio, K.: Eingriffe am rheumatischen Schulter- und Ellenbogengelenk. *Therapiewoche* 20 (1970) 727.
173. Valentin, P., Roy-Camille, R.: Arthrolyse du coude. *Presse Méd.* 75 (1967) 2185.
174. Verneuil: zit. bei Payr, E.: *Gelenksteifen und Gelenkplastik.* Springer, Berlin 1934.
175. Viernstein, K.: Behandlung von Spätfolgen nach Ellenbogengelenkverletzungen. *Verh. dtsch. orthop. Ges.* 45 (1957) 361.
176. Vogl, A.: Eine Studie über die Plastik des Ellenbogengelenkes. *Z. Orthop.* 78 (1949) 21.
177. Wachsmuth, W.: Die Operationen an den Extremitäten. In: *Allgemeine und spezielle chirurgische Operationslehre* (herausgegeben von N. Guluke u. R. Zenker). Bd. 10/I, S.179, Springer, Berlin 1956.
178. Waring, T.L.: Arthroplasty. In: *Campbell's Operative Orthopedics.* Vol. 2, S.1235, Mosby, St. Louis 1971.
179. Weglowsky, R.J.: Die Behandlung der Gelenkankylosen mittels Überpflanzung von Knorpelplatten. *Zentralbl. Chir* 34 (1907) 481.
180. Weichselbaum, A.: Anatomische Untersuchung von 3 geheilten Gelenkresectionen. *Arch. klin. Chir.* 16 (1874) 248.

181. Wilson, P.D.: Capsulectomy for the Relief of Flexion Contractures of the Elbow Following Fracture.  
J. Bone Jt. Surg. 26-A (1944) 71.
182. Winter, R.: Veraltete Frakturen des Ellenbogengelenkes im Kindesalter. Orthop. Prax. 14 (1978) 131.
183. Wirth, W.: Die Ellenbogenarthrographie. Verh. 57.  
DGOT-Kongr., Kiel 1970, Kongr.-Band S. 189, Enke, Stuttgart 1971.
184. Wirth, C.J., Keyl, W.: Frakturen und Luxationen des Radiusköpfchens - Problematik der Diagnostik und Therapie. Orthop. Prax. 14 (1978) 103.
185. Witt, A.N.: Die Gelenksteifen. Langenbecks Arch. klin. Chir. 316 (1966) 398.
186. Witt, A.N., Jäger, M.: Gelenksteifen, Rekonstruktion. Hefte Unfallheilk. 114 (1973) 90.
187. Witt, A.N., Jäger, M., Walcher, K.: Operationen an Oberarm, Unterarm und Hand. In: Bier, Braun, Kümmell: Chirurgische Operationslehre. Bd. 6, Barth, Leipzig 1975.
188. Wolff, J.: Über einen Fall von Ellenbogengelenks-Resection nebst Bemerkungen über die Frage von Endresultaten der Gelenks-Resektionen.  
Arch. klin. Chir. 20 (1877) 771.
189. Wolff, J.: Über die Operation der Ellenbogengelenks-ankylose. Berl. klin. Wschr. 32 (1895) 935.
190. Wolff, J.: Die Arthrolyse und die Resection des Ellenbogengelenkes. Arch. klin. Chir. 64 (1901) 970.
191. Wustmann, O.: Wiederherstellung der Beweglichkeit versteifter Ellbogengelenke. Arch. klin. Chir. 264 (1950) 478.

Zum Schlusse meiner Arbeit darf ich Herrn Priv.-Doz. Dr. med. C. J. WIRTH für die Überlassung des Themas, die wertvollen Hinweise beim Aufbau der Arbeit und die Übernahme des Referates herzlichst danken.

Herrn Prof. Dr. med. A. N. WITT, Direktor der Staatlich Orthopädischen Klinik der Universität München, danke ich ergebenst für die Übernahme des Co-referates.

## L E B E N S L A U F

Als Sohn des Kaufmanns Herbert W e r n e r und seiner Ehefrau Annemarie, geborene B r a n d l , wurde ich in Vilsbiburg am 10. März 1955 geboren.

Von 1961 bis 1965 besuchte ich die Knabenvolksschule in Vilsbiburg und anschließend das Hans-Leinberger-Gymnasium in Landshut. Im Juni 1974 bestand ich an dieser Schule das Abitur.

Von Juli 1974 bis April 1975 leistete ich einen Teil meines Grundwehrdienstes bei der Bundeswehr ab.

Im Sommersemester 1975 begann ich das medizinische Studium an der Ludwig Maximilians-Universität in München und bestand dort im März 1977 die Ärztliche Vorprüfung. Die klinischen Semester belegte ich ebenfalls in München und beendete im Frühjahr 1981 mein Studium mit dem dritten Abschnitt der Ärztlichen Prüfung.





